

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年3 月13 日 (13.03.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/021610 A1

(51) 国際特許分類: H01F 1/00, 10/16,  
H01Q 17/00, C22C 38/00, H05K 9/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/08603

(22) 国際出願日: 2002 年8 月27 日 (27.08.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2001-263486 2001 年8 月31 日 (31.08.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ティー  
ディーケー株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP];  
〒103-8272 東京都 中央区 日本橋一丁目 1 3 番 1 号  
Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田崎 和則  
(TASAKI, Kazunori) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都 中央  
区 日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケー株式  
会社内 Tokyo (JP). 飯島 康 (IIJIMA, Yasushi) [JP/JP];  
〒103-8272 東京都 中央区 日本橋一丁目 1 3 番 1 号  
ティディーケー株式会社内 Tokyo (JP). 柿沼 朗  
(KAKINUMA, Akira) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都 中央  
区 日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケー株  
式会社内 Tokyo (JP). 若山 勝彦 (WAKAYAMA, Kat-  
suhiko) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都 中央区 日本橋

一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケー株式会社内  
Tokyo (JP). 橋本 康雄 (HASHIMOTO, Yasuo) [JP/JP];  
〒103-8272 東京都 中央区 日本橋一丁目 1 3 番  
1 号 ティーディーケー株式会社内 Tokyo (JP). 長 勤  
(CHOU, Tsutomu) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都 中央区  
日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケー株式会  
社内 Tokyo (JP). 賀屋 雅昭 (KAYA, Masanori) [JP/JP];  
〒103-8272 東京都 中央区 日本橋一丁目 1 3 番 1 号  
ティディーケー株式会社内 Tokyo (JP). 石川 博康  
(ISHIKAWA, Hiroyasu) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都 中  
央区 日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケー株式  
会社内 Tokyo (JP). 山下 信一 (YAMASHITA, Shinichi)  
[JP/JP]; 〒103-8272 東京都 中央区 日本橋一丁目  
1 3 番 1 号 ティーディーケー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大場 充 (OBA, Mitsuru); 〒101-0032 東京都 千  
代田区 岩本町 1 丁目 4 番 3 号 KMビル 8 階 大場国  
際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

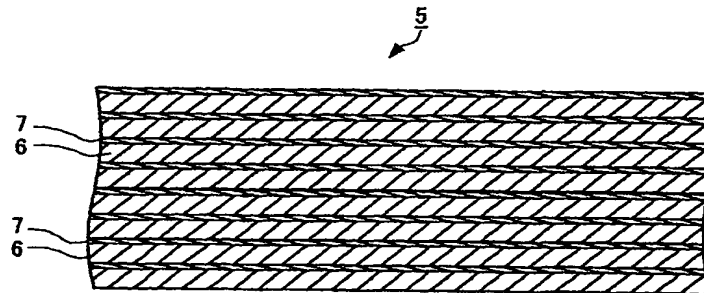
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (FI, SE).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LAMINATED SOFT MAGNETIC MEMBER, SOFT MAGNETIC SHEET AND PRODUCTION METHOD FOR LAMINATED SOFT MAGNETIC MEMBER

(54) 発明の名称: 積層軟磁性部材、軟磁性シートおよび積層軟磁性部材の製造方法



(57) Abstract: A laminated soft magnetic member (5) which consists of a laminate formed by alternately stacking a soft magnetic layer (7) up to 1  $\mu$  m in thickness and an insulation layer (6), and has a total thickness of up to 0.2 mm. Being excellent in permittivity in a high frequency band exceeding 800 MHz, the member can improve the radiation efficiency of an electromagnetic wave on a side opposite to a human head by being pasted to a cellular phone, and is suitably used as an SAR expediting member.

[続葉有]

WO 03/021610 A1



---

(57) 要約:

厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層 7 と絶縁層 6 とが交互に積層された積層体からなり、全体の厚さが  $0.2\text{mm}$  以下である積層軟磁性部材 5 は、 $800\text{MHz}$  を超える高周波数帯域における透磁率が優れるため、携帯電話機に貼り付けることにより人体頭部と反対側の電磁波の放射効率を改善できるとともに SAR 対策部材として好適である。

## 明 細 書

## 積層軟磁性部材、軟磁性シートおよび積層軟磁性部材の製造方法

## 5 技術分野

本発明は、携帯電話等の携帯可能な電子機器に取り付けて使用することのできる積層軟磁性部材に関し、特に800MHz～3GHzの周波数帯域において高い透磁率を有するとともに、携帯電子機器からの電磁波の放射効率を向上することのできる積層軟磁性部材に関するものである。

10

## 背景技術

携帯電話機は、年々小型・軽量化されてきており、携帯電話機使用時にそのアンテナの位置は人体、具体的には頭部の極めて近い位置に配置されることになる。このときアンテナの特性は人体の影響を受け、アンテナ性能が低下する傾向にある。つまり、アンテナから放射される電磁波の一部が人体に吸収されることに起因する電力損失が、受信感度の低減、電池の寿命低減を招く。

一方で、人体による電磁波の吸収量が増加し、人体への影響が懸念されている。したがって、日本を含め各国で局所吸収指針が定められている。各国が局所吸収指針において定める局所吸収の評価量として、以下の式で定義されるSAR (Specific Absorption Rate : 局所吸収量) が用いられている。

20

$$SAR = \sigma E^2 / 2 \rho$$

(E : 人体に侵入した電界,  $\sigma$  : 人体組織の誘電率、 $\rho$  : 人体組織の密度)

そのため、携帯電話機から放射された電磁波の実効的な利用率、つまり放射効率を向上しつつSARを低減する方法として、低損失磁性板をアンテナ近傍に配置する方法が提案されている。ところが、磁性微粉と樹脂からなる複合材料を用いた磁性板を使用する方法では、板厚を5mmとしても放射効率改善効果が0.6dBと小さい。携帯電話機の小型、軽量化に対応するため、板厚を0.2mm以下、さらには0.1mm以下にすることが望ましい。したがって、

25

低損失磁性板を携帯電話機へ適用することは困難である。

携帯電話機における他の課題として電磁波障害（EMI：Electromagnetic Interference）が増加している。1GHzを超える高周波領域でのノイズ吸収特性の優れた材料として、軟磁性金属粉末を樹脂、ゴム中に分散させた複合軟磁性部材が提案されている。例えば、扁平状のFe-Si系軟磁性合金粉末を  
5 ゴム、樹脂中に配向・配列した複合磁性材料（特開平9-35927号公報、「工業材料」1998年10月号第31頁～第35頁、第36頁～第40頁等）が提案されている。

携帯電話機における放射効率向上およびSAR対策部材として、上記の複合  
10 軟磁性部材を携帯電話機の筐体内部または外部に貼り付けることができる。ところが、前述した複合軟磁性部材は、例えば、800MHz～3GHzといった高周波数帯域における透磁率が低いため、厚さを0.2mm以下にしたのでは、所望の特性を得ることが困難である。

そこで本発明は、0.2mm以下に薄くしても800MHzを超える高周波  
15 数帯域における透磁率の優れた軟磁性部材の提供を課題とする。また、本発明は、そのような軟磁性部材を好適に得ることのできる製造方法を提供する。さらに、本発明は、そのような軟磁性部材に用いることが好適な軟磁性シートを提供する。

## 20 発明の開示

従来の複合軟磁性部材は、前述のように、軟磁性金属粉末をゴム、樹脂等の絶縁体マトリックスに混合分散させた構造を有している。ここで、マトリックス中に分散された軟磁性金属粉末には反磁界が生じることになる。また、軟磁性金属粉末は、主に水アトマイズ法によって製造されるため、その後に熱処理  
25 を施しても、応力が残留してしまう。そのために、従来の複合軟磁性部材は、800MHzを超える高周波数帯域における透磁率が劣る。

そこで本発明者は、従来の複合軟磁性部材のように軟磁性金属粉末を分散させるのではなく、軟磁性金属からなる複数の層を絶縁層が介在した形態で積層

5 することを検討した。そして、樹脂製のフィルム上にめっき等の手段により軟磁性金属膜を形成したシートを作成し、そのシートを積層することにより、厚さが0.2mm以下の積層軟磁性部材を得ることができ、この積層軟磁性部材は800MHzを超える高周波数帯域において従来の複合軟磁性部材に比べて高い透磁率を示すことを確認するに到った。

したがって本発明は、絶縁層と厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層とが交互に積層された積層体からなり、全体の厚さが  $0.2\ \text{mm}$  以下であることを特徴とする積層軟磁性部材を提供する。

本発明の積層軟磁性部材において、前記軟磁性金属層の厚さを $0.5\ \mu\text{m}$ 以下  
10 とすることが望ましい。

また本発明の積層軟磁性部材において、軟磁性金属層としては、Fe、Ni およびCoの1種または2種以上の元素を主成分とする軟磁性合金から構成することが望ましい。

さらに本発明の積層軟磁性部材において、前記絶縁層は、厚さ  $50\text{ }\mu\text{m}$  以下、  
15 望ましくは  $25\text{ }\mu\text{m}$  以下、さらに望ましくは  $10\text{ }\mu\text{m}$  以下の樹脂層から構成することが望ましい。ここで、前記樹脂層としては、ポリイミド、ポリアミドおよびポリエチレンテレフタレート（PET）などの樹脂で構成することができる。

また、本発明の積層軟磁性部材において、熱融着された樹脂層（熱融着層）から前記絶縁層を構成することもできる。この場合の厚さも、樹脂層と同様に  $50\mu\text{m}$  以下、望ましくは  $25\mu\text{m}$  以下、さらに望ましくは  $10\mu\text{m}$  以下とすることができる。特に、熱融着層は、塗布、スプレー等の手法によって  $1.0\mu\text{m}$  以下と膜厚を薄くすることができる点で有利である。また、加熱圧着された樹脂層から前記絶縁層を構成することもできる。

25 本発明の積層軟磁性部材において、前記絶縁層と前記軟磁性金属層との間に、下地金属層を介在させることが有効である。この下地金属層は、軟磁性金属層を電解めっきで形成する際の導電層として機能するばかりでなく、その材質を選定することによりGHz帯域の強磁性共鳴周波数を大きくすることができる。

- 強磁性共鳴周波数は飽和磁化と異方性磁界の積の平方根に比例する。この効果は、軟磁性金属層と下地金属層の磁歪の符号が異なる組み合わせとして磁気弾性エネルギーおよび異方性磁界を増大させること、および磁気異方性の大きな下地金属層と軟磁性金属層の磁氣的な結合を介して軟磁性金属層の異方性磁界を増大させることにより享受することができる。

本発明の積層軟磁性部材において、軟磁性金属層の表面または下地金属層の表面に酸化膜を形成することができる。この酸化膜の存在により、渦電流低減および異方性磁界の向上が期待できる。

- さらに本発明の積層軟磁性部材は、積層体のいずれか一方の表面に、絶縁層と導電層とを交互に積層することができる。この形態の積層軟磁性部材を用い、かつその配置を適切にすることにより、利得を改善することができる。

- 本発明は、以上説明した積層軟磁性部材に好適な軟磁性シートを提供する。すなわち本発明の軟磁性シートは、厚さ  $50\text{ }\mu\text{m}$  以下の絶縁樹脂フィルムと、前記絶縁樹脂フィルム上にめっきにより形成された厚さ  $1\text{ }\mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層と、前記絶縁樹脂フィルムと前記軟磁性金属層との間に介在する、前記軟磁性金属層を構成する金属よりも保磁力または異方性磁界の大きな金属により構成される下地金属層と、を備えたことを特徴とする。この軟磁性シートを積層することにより、本発明の積層軟磁性部材を得ることができる。

- 本発明の軟磁性シートにおいて、前記下地金属層および前記軟磁性金属層を前記絶縁樹脂フィルムの表裏両面に形成することもできる。

- 本発明の軟磁性シートにおいて、前記軟磁性金属層が、Feの含有量が20～80wt%、さらには30～70wt%のFe-Ni系合金、あるいは飽和磁束密度が1T以上でありかつ磁歪が正である軟磁性合金で構成することが望ましい。軟磁性金属層の磁歪が正のときには、磁場が印加されたときに下地膜が逆方向に伸縮して磁気弾性効果による異方性を効率良く大きくするため、下地金属層の磁歪を負とすることが望ましい。

本発明は、上述した積層軟磁性部材を得るのに好適な以下の製造方法を提供する。すなわち本発明の積層軟磁性部材の製造方法は、厚さ  $50\text{ }\mu\text{m}$  以下の絶

縁樹脂フィルム上に厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層を形成したシート体を作成する工程 (a) と、前記絶縁樹脂フィルムと前記軟磁性金属層とが交互に配置されるように前記シート体を積層する工程 (b) と、を備えることを特徴とする。この積層軟磁性部材の製造方法において、工程 (a) において複数のシート体を作成し、工程 (b) において複数のシート体を絶縁樹脂フィルムと軟磁性金属層とが交互に配置されるように積層することができる。このとき、工程 (b) により得られた積層体を前記絶縁樹脂フィルムの軟化温度以上の温度に加熱して圧着する工程 (c) を備えることができる。また、工程 (a) において帯状のシート体を作成し、工程 (b) において帯状のシート体を巻回することにより絶縁樹脂フィルムと軟磁性金属層とが交互に配置されるように積層することもできる。

本発明の積層軟磁性部材の製造方法において、得られた積層体に応力緩和熱処理を施すことができる。

また本発明は、積層軟磁性部材を得るのに好適な以下の製造方法を提供する。この方法は、フィルム上に厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層を形成する工程 (d) と、前記軟磁性金属層の前記フィルムが形成されていない面に熱融着のための樹脂層を形成する工程 (e) と、前記フィルムを剥離することにより、前記軟磁性金属層と前記樹脂層とが積層されたシート体を得る工程 (f) と、前記軟磁性金属層と前記樹脂層とが交互に配置されるように前記シート体を積層する工程 (g) と、を備えることを特徴とする積層軟磁性部材の製造方法である。

この積層軟磁性部材の製造方法において、工程 (f) において複数のシート体を作成し、工程 (g) において複数のシート体を熱融着のための樹脂層と軟磁性金属層とが交互に配置されるように積層することができる。また、工程 (f) において帯状のシート体を作成し、工程 (g) において1枚または2枚以上の帯状のシート体を巻回することにより樹脂層と軟磁性金属層とが交互に配置されるように積層することもできる。

さらに本発明は、積層軟磁性部材を得るのに好適な以下の製造方法を提供する。この製造方法は、厚さ  $50\ \mu\text{m}$  以下の第1絶縁樹脂フィルムの表裏両面に

厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層を形成した複数のシート体を作成する工程 (h) と、第 2 絶縁樹脂フィルムを介して前記複数の前記シート体を積層する工程 (i) と、を備えることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

- 5 第 1 図は本発明による軟磁性シートの一例を示す断面図、第 2 図は本発明による軟磁性シートの他の例を示す断面図、第 3 図は本発明による積層軟磁性部材の一例を示す断面図、第 4 図は本発明による積層軟磁性部材の他の例を示す断面図、第 5 図は本発明による積層軟磁性部材の製造方法の一例を示す図、第 6 図は本発明による積層軟磁性部材の製造方法の他の例を示す図、第 7 図は本発明による積層軟磁性部材の製造方法の他の例を示す図、第 8 図は本発明による積層軟磁性部材の製造方法の他の例を示す図、第 9 図は携帯電話機に本発明による積層軟磁性部材を配設した状態を模式的に示す図、第 10 図は実施例 1 で得られた積層軟磁性部材の複素透磁率の周波数特性を示すグラフ、第 11 図は従来例で得られた積層軟磁性部材の複素透磁率の周波数特性を示すグラフ、
- 15 第 12 図は実施例 2 における放射電磁界の測定結果を示すグラフ、第 13 図は実施例 2 における放射電磁界の測定結果を示すグラフ、第 14 図は実施例 2 における放射電磁界の測定結果を示すグラフ、第 15 図は実施例 2 における放射電磁界の測定結果を示すグラフ、第 16 図は実施例 3 で用いた軟磁性部材の仕様を示す表、第 17 図は実施例 4 で得られた積層軟磁性部材の複素透磁率の周波数特性を示すグラフ、第 18 図は実施例 5 で得られた積層軟磁性部材の軟磁性金属層中の Fe 含有量と共鳴周波数の関係を示すグラフ、第 19 図は実施例 6 で得られた積層軟磁性部材の複素透磁率の周波数特性を示すグラフ、第 20 図は実施例 7 で得られた積層軟磁性部材の断面構造を示す透過型電子顕微鏡像、第 21 図は実施例 8 で用いた積層軟磁性部材の構成を示す図、第 22 図は実施例 8 における放射電磁界の測定結果を示すグラフである。
- 20  
25



発明を実施するための最良の形態

以下本発明の実施の形態を説明する。

#### <軟磁性シート>

第1図および第2図は、本発明の積層軟磁性部材に用いられる軟磁性シート  
5 の例を示す部分断面図である。

第1図に示す軟磁性シート1は、樹脂フィルム2と、樹脂フィルム2上に形成された下地金属層3と、下地金属層3上に形成された軟磁性金属層4とから構成される。

樹脂フィルム2は、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、メラミン樹脂、ユリア樹脂、フェノール樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリサルフォン、ポリカーボネート、ポリテトラフルオロエチレン、ポリアミド、ポリオレフィン、ポリイミド、フッ素樹脂、シリコーン樹脂を用いることができる。その中で、後述するように積層軟磁性部材の製造過程で熱処理を施す場合には、耐熱性を有する樹脂材料を用いることが  
15 望ましい。

軟磁性金属層4は、軟磁性を示す遷移金属元素のいずれか、あるいは遷移金属元素と他の金属元素とからなる合金により構成することができる。具体的な例としては、Fe、CoおよびNiの1種または2種以上を主成分とする合金であり、Fe-Ni系合金、Fe-Co系合金、Co-Ni系合金が該当する。  
20 これらのなかで、飽和磁束密度が1.0T、さらには1.5T以上の合金が望ましい。特にこの中で、Fe含有量が20~80wt%（望ましくは30~70wt%、さらに望ましくは40~65wt%）のFe-Ni合金、Fe-Co合金およびCo-Ni-Fe合金が望ましい。この組成系の合金は、飽和磁化が大きく、異方性制御により異方性磁界を増大させて、共鳴周波数を高周波  
25 側へシフトさせるのに有利である。これら合金に15at%以下のNb, Mo, Ta, W, Zr, Mn, Ti, Cr, Cu, Coの1種以上を含有することができる。また、軟磁性金属層4をめっきで形成する場合にはCおよびS等の元素を不可避免的に含むが、本発明の軟磁性金属層4は、そのような元素の含有を

許容する。

軟磁性金属層 4 は、結晶質合金および非晶質合金のいずれの態様であっても構わない。非晶質合金としては、C o 系およびF e 系の非晶質合金を用いることができる。また、F e 系の微結晶合金を用いることも本発明は許容する。微結晶合金は、一般的に、結晶粒径が 1 0 n m 以下の微細な結晶が主体をなす合金として知られている。

軟磁性金属層 4 は、めっき（電解または無電解）、真空蒸着法、スパッタリング法等の各種の膜形成プロセスによって作成することができる。これらの膜形成プロセスは、単独で行なうことができる。したがって、めっきのみで軟磁性金属層 4 を形成することもできるし、蒸着のみで軟磁性金属層 4 を形成することもできる。もちろん、複数の膜形成プロセスを組み合わせることもできる。めっきは、真空蒸着法、スパッタリング法に比べて低温で膜を形成することができる点で本発明にとって好適である。本発明において、軟磁性金属層 4 は樹脂フィルム 2 上に形成するため、樹脂フィルム 2 に熱的な影響を与えないことが望ましいからである。また、めっきは、真空蒸着法、スパッタリング法に比べて、所定の厚さの膜を短時間で得ることができるメリットがある。なお、めっきにより軟磁性金属層 4 を得る場合、めっき浴中に含まれている S 等の元素が軟磁性金属層 4 に混入することから、他のプロセスによる軟磁性金属層 4 との区別ができる。

下地金属層 3 は、軟磁性金属層 4 を電解めっきによって樹脂フィルム 2 上に形成する場合に必要となる導電層としての役割を果たす。下地金属層 3 は、例えば、真空蒸着法によって形成することができる。また、無電解めっきにより下地金属層 3 を形成した後に、電解めっきにより軟磁性金属層 4 を形成することもできる。電解めっき以外の方法で軟磁性金属層 4 を形成する場合には、下地金属層 3 を省略することもできる。つまり、下地金属層 3 は本発明において選択的な要素である。もっとも、下地金属層 3 に軟磁性金属を用いる場合には、下地金属層 3 が軟磁性金属層 4 の一部を構成することになる。

下地金属層 3 として、軟磁性金属層 4 よりも保磁力が大きい材質を選択する

ことが望ましい。そうすることにより、軟磁性金属層 4 の異方性磁界を増大させて、GHz 帯域の強磁性共鳴周波数を大きくできる。その結果、2 GHz 付近の  $\mu'$  (複素透磁率の実数部分) を増大させ、同時に  $\mu''$  (複素透磁率の虚数部分) を低減することができる。携帯電子機器が使用する周波数帯域では、 $\mu'$  が大きく  $\mu''$  が小さいほど電磁波の放射効率改善効果が大きい。なお、下地金属層 3 と同様の材質からなる層を、軟磁性金属層 4 上に形成しても GHz 帯域の透磁率改善効果が望める。

次に、軟磁性シート 1 において、樹脂フィルム 2 の厚さは、50  $\mu\text{m}$  以下とする。樹脂フィルム 2 は、本発明の積層軟磁性部材において、軟磁性金属層 4 同士を絶縁する機能を果たす。しかし、この絶縁層が厚くなると軟磁性金属層 4 同士の磁氣的な結合を弱め、ひいては積層軟磁性部材としての透磁率が低下するため 50  $\mu\text{m}$  以下とする。望ましい樹脂フィルム 2 の厚さは 25  $\mu\text{m}$  以下、さらに望ましい樹脂フィルム 2 の厚さは 10  $\mu\text{m}$  以下である。もともと、極端に薄い樹脂フィルム 2 は製造が困難であるとともに、軟磁性金属層 4 を形成するための所定の強度を持つことができなくなる。したがって、0.5  $\mu\text{m}$  あるいは、2  $\mu\text{m}$  以上の厚さとするのが推奨される。

軟磁性金属層 4 は、1  $\mu\text{m}$  以下の厚さとするのが望ましい。これを超える厚さでは、本発明が対象とする 800 MHz を超える高周波数帯域での渦電流損失が大きくなり、磁性体としての機能が減ってしまうからである。したがって、軟磁性金属層 4 の厚さは、0.5  $\mu\text{m}$  以下とすることがさらに望ましい。軟磁性金属層 4 は、緻密に形成されているのが望ましいため、各種プロセスによって緻密な膜を形成することができる程度の最低限の膜厚を有していることが必要である。なお、軟磁性金属層 4 の表面に酸化膜が形成されていてもよい。

下地金属層 3 は、電解めっき時の導電層として機能することを考慮すると、数 10 nm 程度の厚さを有していれば足りる。なお、下地金属層 3 の表面、つまり下地金属層 3 と軟磁性金属層 4 との間には酸化膜が存在していてもよい。電気抵抗の大きな酸化膜が介在することで、下地膜とめっき膜の磁氣的結合はやや弱くなるが、膜断面方向の電気抵抗が増大して渦電流を低減する効果があ

る。酸化膜の厚さが厚すぎるとめっきが難しくなるので、その厚さを400 Å以下、望ましくは300 Å以下、さらに望ましくは200 Å以下とする。この酸化膜は、下地金属層3を形成した後に大気に晒すことにより形成することができる。軟磁性金属層4の表面に形成される酸化膜も同様である。

- 5 第2図に示す軟磁性シート11は軟磁性金属層が樹脂フィルム2の両面に形成されている点で第1図に示した軟磁性シート1と相違する。つまり、軟磁性シート11は、樹脂フィルム（第1樹脂フィルム）12と、樹脂フィルム12の表裏両面に形成された下地金属層13a、13bと、下地金属層13a、13b上に形成された軟磁性金属層14a、14bとから構成される。樹脂フィルム12、下地金属層13a、13bおよび軟磁性金属層14a、14bの材質、寸法および作成プロセスは、第1図に基づいて説明した軟磁性シート1と同様にすればよい。

- 15 以上では、絶縁層として樹脂フィルム2を用いた例を示したが、本発明は樹脂フィルム2の代わりに熱融着された樹脂層（熱融着層）を用いることができる。この熱融着層としては、例えば、ポリアミドを用いることができる。また、熱融着層は、静電塗装、塗布、スプレー、フィルムの貼り付け等種々の方法によって形成することができる。塗布、スプレーによって形成される熱融着層は、1.0 μm以下、さらには0.5 μm以下の極めて薄い膜とすることができる。ただし、あまり薄すぎると、熱融着層が形成されない部分が生じるおそれがあるため、0.1 μm以上の厚さとするのが望ましい。

- 20 また、絶縁層として、熱圧着された樹脂層（熱圧着層）を用いることができる。熱圧着層を得るためには、例えば樹脂フィルム2としてPETフィルムを用い、軟磁性シート1を複数枚積層した後に所定温度、圧力で加熱・加圧処理を施すことにより得ることができる。

- 25 また、本発明の軟磁性シート11において、軟磁性金属層4の上に樹脂層を形成することもできる。この樹脂層として、樹脂フィルム2を適用することもできるし、熱融着層を適用することもできる。

<積層軟磁性部材>

第3図は本実施の形態による積層軟磁性部材5の一例を示す断面図である。

第3図に示すように、積層軟磁性部材5は、絶縁層6と軟磁性金属層7とが交互に積層された断面構造を有している。ここで、積層軟磁性部材5全体としての厚さは、0.2 mm以下とすることが重要である。前述のように、携帯電話機に積層軟磁性部材5を貼り付ける場合には、携帯電話機のサイズに対応する必要があるからである。より望ましい厚さは、0.15 mm以下、さらには0.1 mm以下である。

第1図および第2図で示した軟磁性シート1, 11を積層することにより積層軟磁性部材5を得ることができる。この場合、軟磁性シート1, 11の樹脂フィルム2, 12が絶縁層6を構成することになる。そのため、絶縁層6の厚さは50  $\mu$ m以下となる。もっとも、軟磁性シート1, 11を積層する場合に接着剤を層間に介在させると、絶縁層6が樹脂フィルム2, 12の厚さより厚くなる場合がある。したがって、接着剤を用いる場合には、絶縁層6の厚さが50  $\mu$ m以下となるように樹脂フィルム2, 12の厚さを定める必要がある。このとき、接着剤が樹脂で形成されていると、接着剤層も絶縁層6を構成することになる。また、軟磁性金属層7は、軟磁性シート1, 11における軟磁性金属層4, 14a, 14bが該当することになる。なお、第3図は、軟磁性シート1, 11に形成していた下地金属層3, 13a, 13bの記載を省略している。また、第3図には示していないが、軟磁性金属層7が表面に露出しないように、最上層の軟磁性金属層7上に絶縁層6を配設する。以下の実施の形態、実施例においても同様である。

ここで、前述したように、樹脂フィルム2, 12の代わりに熱融着層を用いることができる。

また、積層軟磁性部材5の表面のいずれか一方に、粘着剤または両面粘着テープを設けることができる。携帯電話機等の機器に積層軟磁性部材5を貼り付ける際の便宜のためである。

また本発明の積層軟磁性部材5は、以上の構成に加えて、その表面のいずれか一方に、絶縁層と導電層とを交互に積層することができる。この形態による

積層軟磁性部材 5 を第 4 図に示している。第 4 図に示すように、絶縁層 6 と軟磁性金属層 7 とが交互に積層された構成に、さらに導電層 40 と絶縁層 41 とを交互に積層することができる。そして、この積層軟磁性部材 5 を、前記導電層 40 が形成された側が使用時に人体側に配置されるように携帯電話機内に配  
5 設することにより、後述するように、電磁波の放射効率向上効果がより期待できる。なお、この導電層 40 としては、Ni、Cu、Co 等、電気抵抗率の小さな金属を用いることができる。

#### < 積層軟磁性部材の製造方法 >

以下、第 5 図～第 8 図に基づいて、積層軟磁性部材 5 を得るのに好適な製造  
10 方法を説明する。なお、第 5 図および第 6 図は第 1 図に示した軟磁性シート 1 を用いて積層軟磁性部材 5 を得る製造方法を、第 7 図は第 2 図に示した軟磁性シート 11 を用いて積層軟磁性部材 5 を得る製造方法を、また第 8 図は絶縁層 6 として熱融着層を用いて積層軟磁性部材 5 を得る製造方法を示している。

第 5 図において、はじめに樹脂フィルム 2 に、例えば、真空蒸着法により下  
15 地金属層 3 を形成する（第 5 図（a））。

下地金属層 3 を形成した後、めっきその他のプロセスにより軟磁性金属層 4 を下地金属層 3 上に形成することによって、第 1 図に示した軟磁性シート 1 を得ることができる（第 5 図（b））。

軟磁性シート 1 を所定の枚数作成し、各軟磁性シート 1 の樹脂フィルム 2 と  
20 軟磁性金属層 4 とを対向させた状態で積層する（第 5 図（c））ことにより、第 3 図に示した積層軟磁性部材 5 を得ることができる。

軟磁性シート 1 同士の接合は、軟磁性シート 1 間に例えばエポキシ樹脂、シリコーン樹脂等の接着剤を配置して行なうことができる。接着剤の粘度は、1000 cP 以下、望ましくは 300 cP 以下、さらに望ましくは 200 cP 以下とする。溶剤を加えた接着剤を軟磁性シート 1 に塗布し、その後接着剤が粘着性を保持する程度まで溶剤を蒸発させ、しかる後に軟磁性シート 1 を積層する。軟磁性シート 1 を構成する樹脂フィルム 2 の静電気により、接着剤を用いることなく積層状態を維持することもできる。この場合、接合強度を向上する  
25

ために、軟磁性シート 1 を積層後に、接着剤に浸漬して外周部のみを接着することもできる。

積層軟磁性部材 5 を得た後に、応力緩和熱処理を行なうことにより、磁気特性の向上を図ることもできる。応力緩和熱処理は、例えば軟磁性シート 1 同士  
5 の接合に接着剤を用いた場合には、接着剤の乾燥のための加熱を兼ねて行なうこともできる。応力緩和熱処理を行なう場合には、樹脂フィルム 2 に耐熱性に優れたポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂を用いることが望ましい。

また、積層軟磁性部材 5 は、温間プレス加工によって、所望する形状に加工することもできる。さらに、切断を行なって、所望する寸法に加工することも  
10 できる。

次に、第 6 図について説明する。前述のように第 6 図は、第 1 図に示した軟磁性シート 1 を用いて積層軟磁性部材 5 を得る製造方法を示している。しかし、第 5 図の製造方法とは異なり、帯状の軟磁性シート 1 をトロイダル状に巻回することにより軟磁性シート 1 を積層する。巻回体の部分断面図を第 6 図に示しているが、第 3 図で示した積層軟磁性部材 5 と同様の積層構造を有している。  
15 そして、この巻回体をそのまま積層軟磁性部材 5 として用いることもできるし、切断等適宜加工を施すことにより、扁平状の積層軟磁性部材 5 を得ることもできる。また、第 6 図では、円形に巻回した例を示しているが、軟磁性シート 1 は可撓性を有しているため、楕円形、矩形等任意の断面形状の巻回体を容易に  
20 得ることができる。

以上のように、本発明において、軟磁性シート 1 を積層するとは、独立した軟磁性シート 1 を複数枚積層する場合に加えて、帯状の軟磁性シート 1 を巻回することによって積層要素を得る場合をも包含している。

次に、第 7 図に示す製造方法について説明する。第 7 図は、第 2 図に示した  
25 軟磁性シート 1 1 により積層軟磁性部材 5 を得るための方法を示している。

はじめに、樹脂フィルム 1 2 (第 1 の絶縁樹脂フィルム) の表裏両面に下地金属層 1 3 a, 1 3 b を形成する (第 7 図 (a))。下地金属層 1 3 a, 1 3 b は、第 5 図に示した製造方法と同様に、真空蒸着法を用いることができる。

- 表裏両面に下地金属層 1 3 a, 1 3 b を形成した後、例えば電解めっきにより、下地金属層 1 3 a, 1 3 b 上に軟磁性金属層 1 4 a, 1 4 b を形成する（第 7 図（b））。これで軟磁性シート 1 1 が得られる。この軟磁性シート 1 1 を複数枚積層することにより、積層軟磁性部材 5 を得ることができる。ただし、軟磁性シート 1 1 は、表裏両面に軟磁性金属層 1 4 a, 1 4 b が露出した構造をなしているので、そのまま積層することはできない。そこで、樹脂フィルム 8（第 2 の絶縁樹脂フィルム）を別途用意し、この樹脂フィルム 8 を介在させて軟磁性シート 1 1 を積層する（第 7 図（c））ことにより、積層軟磁性部材 5 を得る。
- 10 次に熱融着層を用いて積層軟磁性部材 5 を得る製造方法を第 8 図に基づいて説明する。

- 第 8 図において、はじめに樹脂フィルム 2 に、例えば、真空蒸着法により下地金属層 3 を形成する（第 8 図（a））。下地金属層 3 を形成した後、めっきその他のプロセスにより軟磁性金属層 4 を下地金属層 3 上に形成する（第 8 図（b））。ここまでの工程は、第 5 図に示した製造方法と同様である。

次に、軟磁性金属層 4 上に熱融着のための樹脂層 9 を形成する（第 8 図（c））。樹脂層 9 の形成は、塗布、スプレー等の種々の手法で行なうことができる。

- 樹脂層 9 を形成した後に、樹脂フィルム 2 を剥離、除去することにより、下地金属層 3、軟磁性金属層 4 および樹脂層 9 とが積層された軟磁性シート 2 1 を得る（第 8 図（d））。下地金属層 3 に対する樹脂フィルム 2 の密着強度よりも軟磁性金属層 4 に対する樹脂層 9 の密着強度のほうが高いため、樹脂フィルム 2 の剥離は比較的に行なうことができる。

- 軟磁性シート 2 1 を所定の枚数作成し、各軟磁性シート 2 1 の樹脂層 9 と軟磁性金属層 4 とを対向させた状態で積層する（第 8 図（e））ことにより、積層軟磁性部材 5 を得ることができる。

軟磁性シート 2 1 同士の接合は、樹脂層 9 を用いて行なうことができる。つまり、各軟磁性シート 2 1 の樹脂層 9 と軟磁性金属層 4 とを対向させた状態で積層した後に、所定の加熱処理を施して樹脂層 9 を熔融、硬化させることによ



り、隣接する軟磁性シート 21 同士の接合強度を確保することができる。また、第 8 図では複数の軟磁性シート 21 を作成した後にそれらを積層する例を示したが、樹脂フィルム 2 の剥離および樹脂層 9 の形成を連続的にを行い、かつシート体を巻回して巻回体を得ることももちろんできる。

- 5      なお、以上では樹脂層 9 を熱融着することによって軟磁性シート 21 を接合したが、軟磁性シート 21 を樹脂層 9 の熱圧着による接合を行なうことができる。例えば、樹脂層 9 として P E T を選択して 150 ～ 300℃ 程度の温度に加熱した状態で所定の圧力を付与することにより、熱圧着された樹脂層 9 によって軟磁性シート 21 同士を接合することができる。

10      <携帯電話機への配設>

以上のようにして得られた積層軟磁性部材 5 は、携帯電話機内に配設することができる。なお、ここでは携帯電子機器として携帯電話を例にするが、これはあくまで本発明の適用事例にすぎない。

- 積層軟磁性部材 5 を携帯電話機内に配設する様子を第 9 図に模式的に示して  
15      いる。携帯電話機 30 は、フロン・カバー 31 とケース 34 とを備え、その間に必要に応じてホイップ・アンテナが取り付けられる回路基板 32 が配設される。ケース 34 内には内蔵アンテナ 36 が収容されており、積層軟磁性部材 35 は、内蔵アンテナ 36 とその一部が重なるように、回路基板 32 とケース 34 との間に配設される。なお、積層軟磁性部材 35 の配設は、前述したように  
20      粘着剤、両面テープを用いて行なうことができる。

以下本発明を具体的実施例に基づいて説明する。

(実施例 1)

- 膜厚 4  $\mu$  m のポリアミド樹脂フィルムを用意し、このポリアミド樹脂フィルム上 (片面) に、真空蒸着により N i 膜を形成した。N i 膜の厚さは 50 n m  
25      である。この N i 膜は、軟磁性金属層を電解めっき法により形成するための導電性下地層として機能するとともに、自身が軟磁性金属層としても機能する。

N i を蒸着した後に、以下に示すめっき液を用いて N i 膜上に軟磁性合金である 81 w t % N i - 19 w t % F e 合金 (パーマロイ) 膜を形成した。めっ

き液の条件は、浴温が35～55℃、PHが2.0～3.0である。そして、めつき膜厚が1μmになるまで、2A/dm<sup>2</sup>の電流密度で電解した。なお、めつき膜の欠陥防止およびめつき液の表面張力低減のために、界面活性剤を適宜添加した。

5	薬品名称	化学式	液組成 (g/l)
	硫酸ニッケル6水和物	NiSO <sub>4</sub> ・6H <sub>2</sub> O	150～450
	塩化ニッケル6水和物	NiCl <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O	15～45
	硼酸	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	10～40
	硫酸第一鉄7水和物	FeSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O	1～20
10	光沢剤	—	0.1～2

- 以上により、厚さ4μmのポリアミド樹脂フィルムからなる絶縁層と、ポリアミド樹脂フィルム上に形成されたNiからなる下地層と、下地層上に形成された81wt%Ni—19wt%Fe合金層とからなる軟磁性シートを得た。
- なお、下地層を構成するNiは保磁力が120エルステッド(Oe)、異方性磁
- 15 界が260エルステッド、磁歪が負であり、81wt%Ni—19wt%Fe合金層は保磁力が8エルステッド、異方性磁界が20エルステッド、磁歪が正である。この軟磁性シートを打ち抜き加工することによりトロイダル形状の軟磁性シートを得、ポリアミド樹脂フィルムと81wt%Ni—19wt%Fe合金層とが対向するようにして積層した。積層枚数が20枚であるから、厚さは約0.1mmの軟磁性部材が得られた。この磁性部材の複素透磁率を、横河
- 20 ヒューレットパッカード株式会社製のインピーダンスマテリアルアナライザー4291ARFで測定した。その結果を第10図に示す。なお、第10図中、μ'は複素透磁率の実数部分、μ''は複素透磁率の虚数部分を示している。

- 比較例として軟磁性合金粉末を樹脂中に分散した従来の複合軟磁性部材を作成して、同様に透磁率を測定した。なお、軟磁性合金粉末は、70wt%Fe—20wt%Si—10wt%Cr系合金の組成を有し、粒径5～50μm、粉末の厚さ0.2～0.3μm、長さ数10μmの扁平状粉末である。また、樹脂としては塩素化ポリエチレンを用い、扁平状粉末の添加量が73wt%の
- 25

厚さ 0.25 mm の複合軟磁性部材である。測定結果を第 11 図に示す。

第 10 図および第 11 図を比較すればわかるように、本発明による積層軟磁性部材は、従来の複合軟磁性部材に比べて、測定した全周波数帯域で透磁率  $\mu'$  が高く、特に 10<sup>8</sup> Hz (100 MHz) においても、5 倍以上の透磁率  $\mu'$  が得られることがわかる。このことは、本発明の積層軟磁性部材が高周波特性に優れたノイズ対策部材、特に携帯電話機の SAR 対策に好適であることが判る。

#### (実施例 2)

次に、本発明による積層軟磁性部材を第 9 図に示すように携帯電話機に貼り付け、放射電磁界を測定した。

10 軟磁性合金層としての 81 wt % Ni - 19 wt % Fe 合金 (パーマロイ) 膜の厚さを 0.5  $\mu$  m とし、また樹脂フィルムの厚さを 9  $\mu$  m とした以外は実施例 1 と同様のプロセスによって得た軟磁性シートを 30 mm × 50 mm に切断し、この軟磁性シートを 5 枚積層することによって本発明による積層軟磁性部材 (本発明材) を得た。また、比較のために、実施例 1 で用いたポリアミド樹脂フィルム上に厚さ 4  $\mu$  m の Cu めっき膜を形成した部材 (比較材 1) および  
15 厚さ 50  $\mu$  m の珪素鋼板 (比較材 2) を用意した。

測定条件概略は以下の通りである。すなわち、電波暗室内において、本発明材、比較材 1 および 2 をそれぞれその表示面側に貼り付けた携帯電話機から送信される電波を、携帯電話機から 3 m の位置に配置された受信アンテナで垂直偏波の受信レベルを測定した。なお、携帯電話機の表示面側にはファントムを配置するとともに、携帯電話機およびファントムを 360 度回転し、5 度ごとに 1.8 GHz の放射電磁波のレベル (受信レベル) を測定した。なお、本発明材、比較材 1 および 2 を貼り付けない場合についても同様にして測定した (これを「基準」とする。)。結果を第 12 図に示す。

25 第 12 図は、各位置 (角度) における受信レベル (dBm) を示す円グラフであり、携帯電話機およびファントムは円グラフの中心に配置されていることになる。また、第 12 図の円グラフは、角度が 0 度の位置がファントムの正面を示している。したがって、第 12 図において、0 ~ 180 度の範囲がファン

トムの存在する側（ファントム側）の測定結果を示し、180～360度の範囲がファントムの存在しない側（空間側）の測定結果を示すことになる。ここで、180～360度の範囲における受信レベル、つまり利得が高いことが、携帯電話機の放射効率向上にとって望ましいことになる。

- 5 第12図に示すように、本発明材、比較材1および2を貼り付けると、基準に対して、空間側における受信レベルが向上していることがわかる。第13図は、理解を容易にするために第12図を展開したグラフを示している。270～300度の範囲において、本発明材を貼り付けることにより基準よりも受信レベルが相対的に2 dB程度向上していることがわかる。比較材1および2を
- 10 貼り付けることによっても受信レベルは基準よりも向上するが、本発明材を貼り付けることによって比較材1および2よりさらに1 dB程度の受信レベル向上が図られている。

- 以上のように、本発明材を携帯電話機に貼り付けることによって放射電磁界の利得が改善されることがわかった。次に、本発明材における軟磁性シートの
- 15 積層枚数による利得改善の影響を調査した。つまり、本実施例で用いた軟磁性シートを1枚だけ携帯電話機に装着した場合、3枚積層した軟磁性部材を携帯電話機に装着した場合および5枚積層した軟磁性部材を携帯電話機に装着した場合について、先と同様に受信レベルを測定した。結果を第14図および第15図に示す。

- 20 第14図および第15図から、積層枚数が増えることにより放射利得の改善程度が増加することがわかる。

#### （実施例3）

第16図に示す試料1～6の積層軟磁性部材を作成し、実施例2と同様に放射電磁界を測定した。

- 25 なお、第16図において、試料1～3は下記の製造方法Aにしたがって作成された軟磁性部材であり、また試料4～6は下記の製造方法Bにしたがって作成された軟磁性部材である。

#### <製造方法A>

絶縁層を構成する樹脂フィルムに、真空蒸着法により軟磁性金属層を構成する合金膜を形成することにより軟磁性シートを得る。軟磁性合金層の膜厚は第16図に記載の通りである。この軟磁性シートを第16図に記載されている積層枚数だけ積層することにより軟磁性部材を得る。得られた軟磁性部材の厚さは第16図の通りである。

<製造方法B>

膜厚9 $\mu$ mのポリアミド樹脂フィルム上に、下地層を無電解めっきにより50nm形成する。各試料におけるめっきの材質は第16図に示す通りである。下地層を形成した後に、下地層上に電解めっきにより第16図に示す軟磁性合金層を電解めっきにより形成する。そしてその後、軟磁性合金層上に熱融着層としてナイロン系樹脂を第16図に示す厚さだけ塗布する。続いて、ポリアミド樹脂フィルムを剥離することにより、軟磁性金属層と絶縁層としての熱融着層とが積層された軟磁性シートを得る。この軟磁性シートを第16図に記載されている積層枚数だけ積層することにより軟磁性部材を得る。さらにその後、この軟磁性部材を170℃で30分保持することにより、熱融着層を硬化させた。

放射電磁界を測定し、270～300度（実施例2参照）の範囲における利得改善効果を第16図に示す。なお、この利得改善効果は、軟磁性部材を装着しない携帯電話機を基準としている（実施例2の基準）。第16図に示すように、本発明による軟磁性部材を携帯電話機に装着することにより、空間側の放射電磁界の利得が著しく改善されることが確認された。

（実施例4）

厚さ13 $\mu$ mのポリアミドフィルム上に導電性下地層として厚さ0.2 $\mu$ mのNi膜（保磁力：110エルステッド、異方性磁界：270エルステッド、磁歪：負）を真空蒸着により形成した。また、同様のポリアミドフィルムに導電性下地層として厚さ0.2 $\mu$ mの80wt%Ni-Fe合金膜（保磁力：9エルステッド、異方性磁界：18エルステッド、磁歪：正）を形成した。導電性下地層上に26wt%Fe-Ni合金（保磁力：12エルステッド、異方性磁界：22エル

ステッド、磁歪：負）をめっきして厚さ  $0.2 \mu\text{m}$  の軟磁性金属層（Fe-Ni 層）を形成してシート体を得た。続いて、溶剤で薄めて粘度を約  $100 \text{ cP}$  としたエポキシ樹脂を作製し、シート体の軟磁性金属層表面に塗布した。この後、溶剤を一部蒸発させ、粘着性が残っている状態でシート体同士を積層して積層軟磁性部材を得た。なお、この積層軟磁性部材は、シート体を 3 層だけ積層したものである。

以上の 2 種類の積層軟磁性部材について実施例 1 と同様に複素透磁率を測定した。その結果を第 17 図に示す。なお、第 17 図において、(Ni-Fe/Ni) とは Ni 下地層上に  $26 \text{ wt}\%$  Fe-Ni 合金を形成したシート体を用いた場合を示している。また、第 17 図において、(Ni-Fe/Ni-Fe) とは、 $80 \text{ wt}\%$  Ni-Fe 合金層上に  $26 \text{ wt}\%$  Fe-Ni 合金を形成したシート体を用いた場合を示している。

$80 \text{ wt}\%$  Ni-Fe 蒸着膜を導電性下地層とする場合と比較すると、Ni 蒸着膜を導電性下地層とする場合の複素透磁率の  $\mu''$  が 2 山分布となり、かつピーク値が高周波側に現れる傾向が認められた。このように、めっき膜よりも保磁力の大きい材料で導電性下地層を構成することにより、軟磁性金属層の異方性磁界を大きくして、共鳴周波数を高周波化することが可能となる。

なお、エポキシ樹脂で 3 層に積層した積層体の複素透磁率の周波数依存性は、積層前のシート体単体における特性とほぼ同等であり、エポキシ樹脂接着が複素透磁率に与える影響は無視し得ることがわかった。同様の積層プロセスを  $800 \text{ cP}$  の粘度を有するシリコーン樹脂で検討したが、シリコーン樹脂接着による複素透磁率の変化は認められなかった。

#### (実施例 5)

厚さ  $13 \mu\text{m}$  の PET フィルム上に導電性下地層として厚さ  $0.1 \mu\text{m}$  の Ni 膜を真空蒸着により形成した。PET フィルムには真空蒸着前に膜の密着性を良くする目的でボンバード処理を施した。このフィルムに  $20 \text{ wt}\% \sim 80 \text{ wt}\%$  Fe-Ni 合金をめっきして厚さ  $0.2 \mu\text{m}$  の軟磁性金属層としての Fe-Ni 層を形成してシート体を得た。続いて、溶剤で薄めて粘度を約  $300 \text{ cP}$  とした

エポキシ樹脂を作製し、シート体の積層軟磁性金属表面に塗布した。この後、溶剤を一部蒸発させ、粘着性が残っている状態でシート体同士を積層して積層軟磁性部材を得た。なお、この積層軟磁性部材は、シート体を3層だけ積層したものである。

- 5 以上の積層軟磁性部材について、Fe-Ni膜のFe含有量に対して二段に変化する高周波側の $\mu'$ が減衰を始める周波数( $f_{\mu' \text{ att}}$ )および $\mu''$ のピークが現れる周波数( $f_{\mu'' \text{ peak}}$ )をプロットした結果を第18図に示す。第18図より、Feが20wt%より多く80wt%より少ない領域、特に60wt% Fe-Ni付近の組成で透磁率の劣化が少なく、共鳴周波数が高周波側にシフトすることがわかる。Fe含有量が多いほど飽和磁化が大きくなると同時に電気抵抗
- 10 が増大することが、渦電流の低減と共鳴周波数の高周波化に寄与すると考えられる。

- 軟磁性金属層を60wt% Fe-Ni合金とした積層軟磁性部材を携帯電話ディスプレイ近傍とファントムの間に配置させ、3m法による受信レベルを測定
- 15 した結果、約1.8dBの放射効率の改善が確認された、ファントム側では、利得が減少しており、SARに対しても良好であることが確認された。

(実施例6)

- 厚さ13 $\mu\text{m}$ のPETフィルム上に導電性下地層として厚さ0.1 $\mu\text{m}$ の80wt% Ni-Fe合金膜(保磁力:25エルステッド、異方性磁界:36エルステッド、磁歪:正)を真空蒸着により形成した。PETフィルムには真空蒸着前に膜の密着性を良くする目的でボンバード処理を施した。このフィルムに26% Fe-Ni合金(保磁力:23エルステッド、異方性磁界:41エルステッド、磁歪:正)をめっきして厚さ0.2 $\mu\text{m}$ の軟磁性金属層としてのFe-Ni層を
- 20 形成してシート体を得た。続いて、シート体を3枚重ねて160℃および220℃の2種類の温度で60秒間熱圧着することにより積層軟磁性部材を得た。なお、付与された圧力は5MPaである。
- 25

得られた積層軟磁性部材について実施例1と同様に複素透磁率を測定した。その結果を第19図に示す。第19図より、160℃よりも220℃で熱圧着する

ほうが高周波での複素透磁率が高周波側に伸びているのがわかる。高温におけるPETの収縮が軟磁性金属層の磁気弾性エネルギーを増大させて異方性磁界を大きくするので、複素透磁率の高周波化が可能となる。

- 5     220℃で熱圧着した積層軟磁性部材を携帯電話ディスプレイ近傍とファントムの間に配置させ、3m法による受信レベルを測定した結果、約1.6dBの放射効率の改善が確認された、ファントム側での利得の減少も確認された。

(実施例7)

- 10     厚さ13μmのPETフィルム上に導電性下地層として厚さ0.35μmのNi膜（保磁力：120エルステッド、異方性磁界：250エルステッド、磁歪：負）を真空蒸着により形成した。PETフィルムには真空蒸着前に膜の密着性を良くする目的でボンバード処理を施した。このフィルムに30wt%Fe-Ni合金（保磁力：18エルステッド、異方性磁界：33エルステッド、磁歪：正）をめっきして厚さ0.25μmの軟磁性金属層としてのFe-Ni膜を形成して
- 15     シート体を得た。なお、Ni膜蒸着後、PETフィルムは所定時間大気に晒されている。Fe-Ni膜形成後に、透過型電子顕微鏡によりシート体の断面構造を観察した。観察された顕微鏡像を第20図に示す。NiとFe-Ni合金界面に30～150オングストロームの酸化膜が認められた。

- 20     得られたシート体を5枚重ねて200℃で60秒間加圧する熱圧着を行うことにより50mm×30mmのサイズの積層軟磁性部材を得た。この積層軟磁性部材に両面テープを貼り、これを携帯電話機表面とアンテナの間に固定し、電波暗室中でファントムに隣接させて配置した。携帯電話機から発信させた電磁波を3m法で受信した結果、多層膜を配置したことにより、1.7dBの放射効率改善が認められた。

(実施例8)

- 25     厚さ6μmのPETフィルム40に0.05μmのCo膜（保磁力：700エルステッド、異方性磁界：1200エルステッド、磁歪：負）41を真空蒸着した後にCo膜41上に厚さ0.2μmの27%Fe-Ni合金膜（保磁力：16エルステッド、異方性磁界：30エルステッド、磁歪：正）42をめっきしてシ



ート体 a を得た。また、厚さ  $6\ \mu\text{m}$  の PET フィルム 50 に厚さ 0.033、0.086、0.144 および 0.277  $\mu\text{m}$  の Ni 膜（保磁力：130 エルステッド、異方性磁界：280 エルステッド、磁歪：正）51 を蒸着したシート体 b を得た。以上のシート体 a およびシート体 b を用いて、第 21 図に示すように、  
5 3 種類の積層軟磁性部材 A（第 21 図（a））および B（第 21 図（b））を得た。ただし、積層軟磁性部材 A については、シート体 b における Ni 膜の厚さが異なる 4 種類の積層軟磁性部材 A を作成した。

第 21 図において、積層軟磁性部材 A は、シート体 a を 3 枚およびシート体 b を 1 枚重ねた状態で  $200^\circ\text{C}$  で 60 秒間熱圧着することにより作成されたものである。なお、Fe-Ni 合金膜が外部に露出しないように、厚さ  $6\ \mu\text{m}$  の PET フィルム 40 単体を、最上層に位置するシート体 a の表面に重ねた状態で熱圧着を行っている。積層軟磁性部材 B は、シート体 a を 3 枚と厚さ  $6\ \mu\text{m}$  の PET  
10 フィルム 40 単体を最上層に位置するシート体 a の表面に重ねた状態で熱圧着することにより作成されたものである。

15 得られた積層軟磁性部材 A および B を各々携帯電話機のアンテナとファントムとの間に配置して放射特性を測定した。なお、積層軟磁性部材 A は、ファントム側に導電層としての Ni 膜が向くように配置した。測定結果を第 22 図に示す。なお、第 22 図において、「27% Fe-Ni / Ni」との表記は積層軟磁性部材 A を示し、括弧内の数字はシート体 b における Ni 膜の厚さを示している。また、  
20 「27% Fe-Ni」との表記は積層軟磁性部材 B を示し、「Blank」との表記は積層軟磁性部材 A、B とともに配設していないことを示している。

ファントムとの間に Ni 膜が挿入された形態の積層軟磁性部材 A は、積層軟磁性部材 B に対して、放射効率がさらに 0.5 dB 改善されることが確認された。  
(実施例 9)

25 電波暗室において、携帯電話機高さと受信アンテナ高さを 1.4 m 一定とし、携帯電話機の給電点位置に対して幅 30 mm、長さ 30 ~ 60 mm の積層軟磁性部材をアンテナとファントム間に配置して 3 m 法による受信レベルを測定した。なお、積層軟磁性部材は、実施例 5 で得られたものを用いた。その結果、30 ~

- 60 mmの多層膜の長さが30 mmから60 mmの範囲ではシートの長さによらず、逆Fアンテナ給電点より11 mm $\pm$ 3 mm下側にシートの重心を配置した場合に放射効率の改善効果が著しかった。この位置はアンテナの構造、配置により異なるが、給電点位置から50 mmを超える距離だけ離れた位置に本発明による積層軟磁性部材を配置すると、放射効率の改善効果が著しく小さくなる。
- 5

#### 産業上の利用可能性

- 以上説明したように、本発明によれば、0.1 mm以下の厚さでありながら高周波帯域で高い複素透磁率を有する積層軟磁性部材を提供することができる。
- 10 この積層軟磁性部材は、例えば携帯電話機の所定位置に配設することにより、人体頭部と反対側の電磁波の放射効率を改善できるとともに、人体頭部側の電磁波レベルを低減し、SARを改善することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 絶縁層と厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下の軟磁性金属層とが交互に積層された積層体からなり、全体の厚さが  $0.2\text{mm}$  以下であることを特徴とする積層軟磁性部材。  
5
2. 前記軟磁性金属層の厚さが  $0.5\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の積層軟磁性部材。
3. 前記軟磁性金属層が、Fe、Ni および Co の 1 種または 2 種以上の元素  
10 を主成分とする軟磁性合金から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の積層軟磁性部材。
4. 前記絶縁層が、厚さ  $50\ \mu\text{m}$  以下の樹脂層から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の積層軟磁性部材。  
15
5. 前記絶縁層が、熱融着された樹脂層から構成されることを特徴とする請求項 4 に記載の積層軟磁性部材。
6. 前記絶縁層が、加熱圧着された樹脂層から構成されることを特徴とする請求項 4 に記載の積層軟磁性部材。  
20
7. 前記絶縁層と前記軟磁性金属層との間に、下地金属層が介在することを特徴とする請求項 1 に記載の積層軟磁性部材。
8. 前記下地金属層を構成する金属の保磁力または異方性磁界が前記軟磁性金属層よりも大きいことを特徴とする請求項 7 に記載の積層軟磁性部材。  
25
9. 前記軟磁性金属層表面または前記下地金属層表面に酸化膜が存在すること

を特徴とする請求項 7 に記載の積層軟磁性部材。

10. 前記積層体のいずれか一方の表面に、導電層が形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の積層軟磁性部材。

5

11. 前記導電層の外部への露出を防ぐ絶縁層を前記導電層上に形成することを特徴とする請求項 10 に記載の積層軟磁性部材。

12. 厚さ 50  $\mu$ m 以下の絶縁樹脂フィルムと、

10 前記絶縁樹脂フィルム上にめっきにより形成された厚さ 1  $\mu$ m 以下の軟磁性金属層と、

前記絶縁樹脂フィルムと前記軟磁性金属層との間に介在する、前記軟磁性金属層を構成する金属よりも保磁力の大きな金属により構成される下地金属層と、を備えたことを特徴とする軟磁性シート。

15

13. 前記下地金属層および前記軟磁性金属層は前記絶縁樹脂フィルムの表裏両面に形成されたことを特徴とする請求項 12 に記載の軟磁性シート。

20 14. 前記軟磁性金属層上に樹脂層を形成したことを特徴とする請求項 12 に記載の軟磁性シート。

15. 前記軟磁性金属層が、Fe の含有量が 20 ~ 80 wt % の Fe - Ni 系合金から構成されることを特徴とする請求項 12 に記載の軟磁性シート。

25 16. 厚さ 50  $\mu$ m 以下の絶縁樹脂フィルム上に厚さ 1  $\mu$ m 以下の軟磁性金属層を形成したシート体を作成する工程 (a) と、

前記シート体を、前記絶縁樹脂フィルムと前記軟磁性金属層とが交互に配置されるように積層する工程 (b) と、

を備えることを特徴とする積層軟磁性部材の製造方法。

17. 前記工程（b）により得られた積層体を前記絶縁樹脂フィルムの軟化温度以上の温度に加熱して圧着する工程（c）を備えることを特徴とする請求項

5 16に記載の積層軟磁性部材の製造方法。

18. 前記工程（a）において帯状の前記シート体を作成し、

前記工程（b）において前記シート体を巻回することにより前記絶縁樹脂フィルムと前記軟磁性金属層とが交互に配置されるように積層することを特徴と

10 する請求項16に記載の積層軟磁性部材の製造方法。

19. フィルム上に厚さ1  $\mu\text{m}$ 以下の軟磁性金属層を形成する工程（d）と、

前記軟磁性金属層の前記フィルムが形成されていない面に熱融着のための樹脂層を形成する工程（e）と、

15 前記フィルムを剥離することにより、前記軟磁性金属層と前記樹脂層とが積層されたシート体を得る工程（f）と、

前記軟磁性金属層と前記樹脂層とが交互に配置されるように前記シート体を積層する工程（g）と、

を備えることを特徴とする積層軟磁性部材の製造方法。

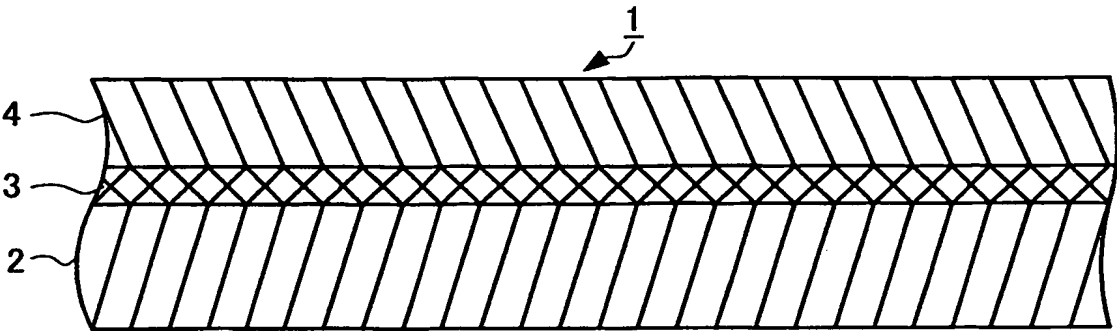
20

20. 厚さ50  $\mu\text{m}$ 以下の第1絶縁樹脂フィルムの表裏両面に厚さ1  $\mu\text{m}$ 以下の軟磁性金属層を形成した複数のシート体を作成する工程（h）と、

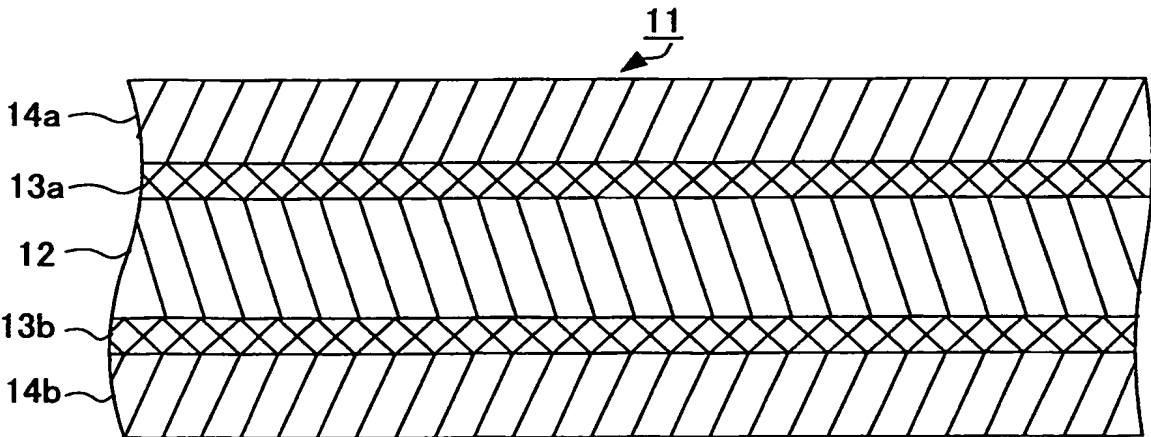
第2絶縁樹脂フィルムを介して前記複数の前記シート体を積層する工程（i）と、

25 を備えることを特徴とする積層軟磁性部材の製造方法。

第 1 図

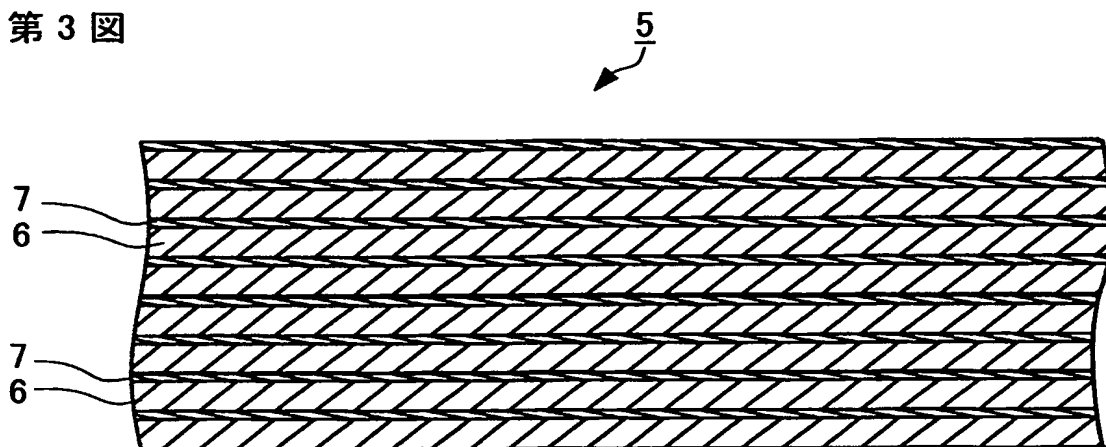


第 2 図

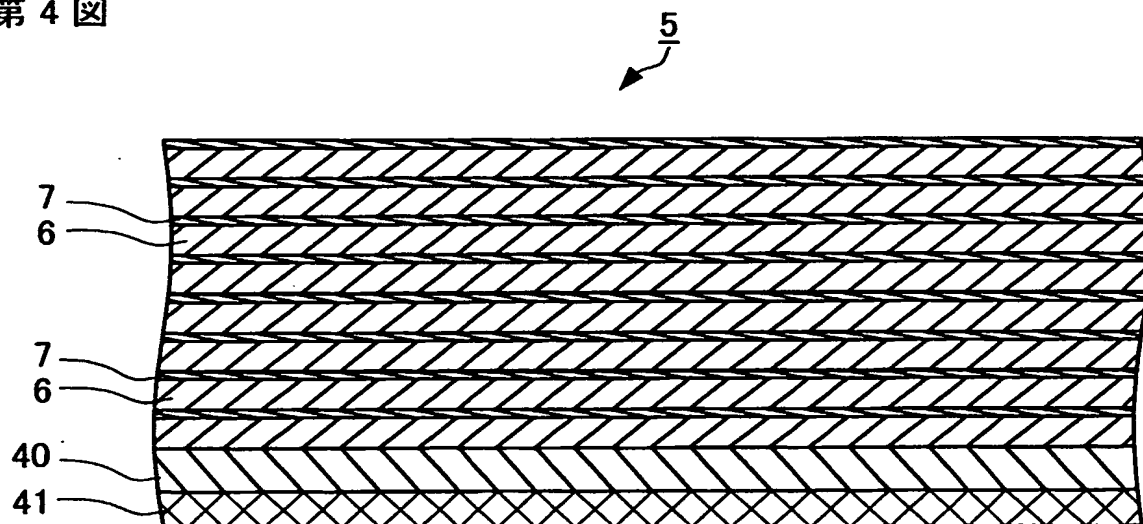


2/19

第 3 図



第 4 図

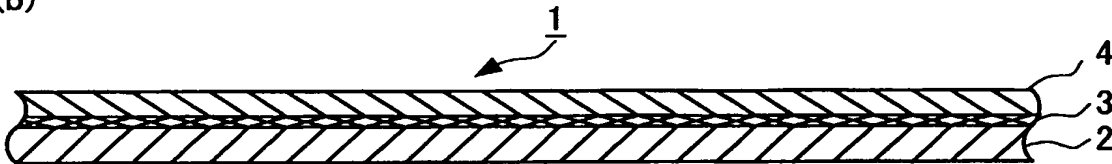


第 5 図

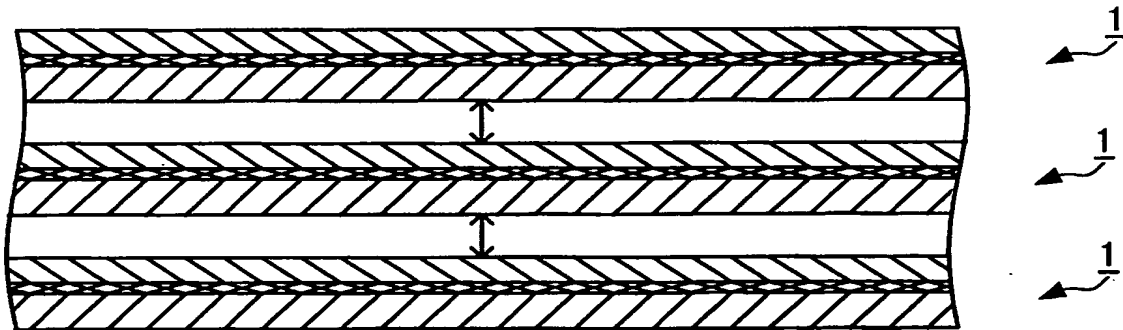
(a)



(b)



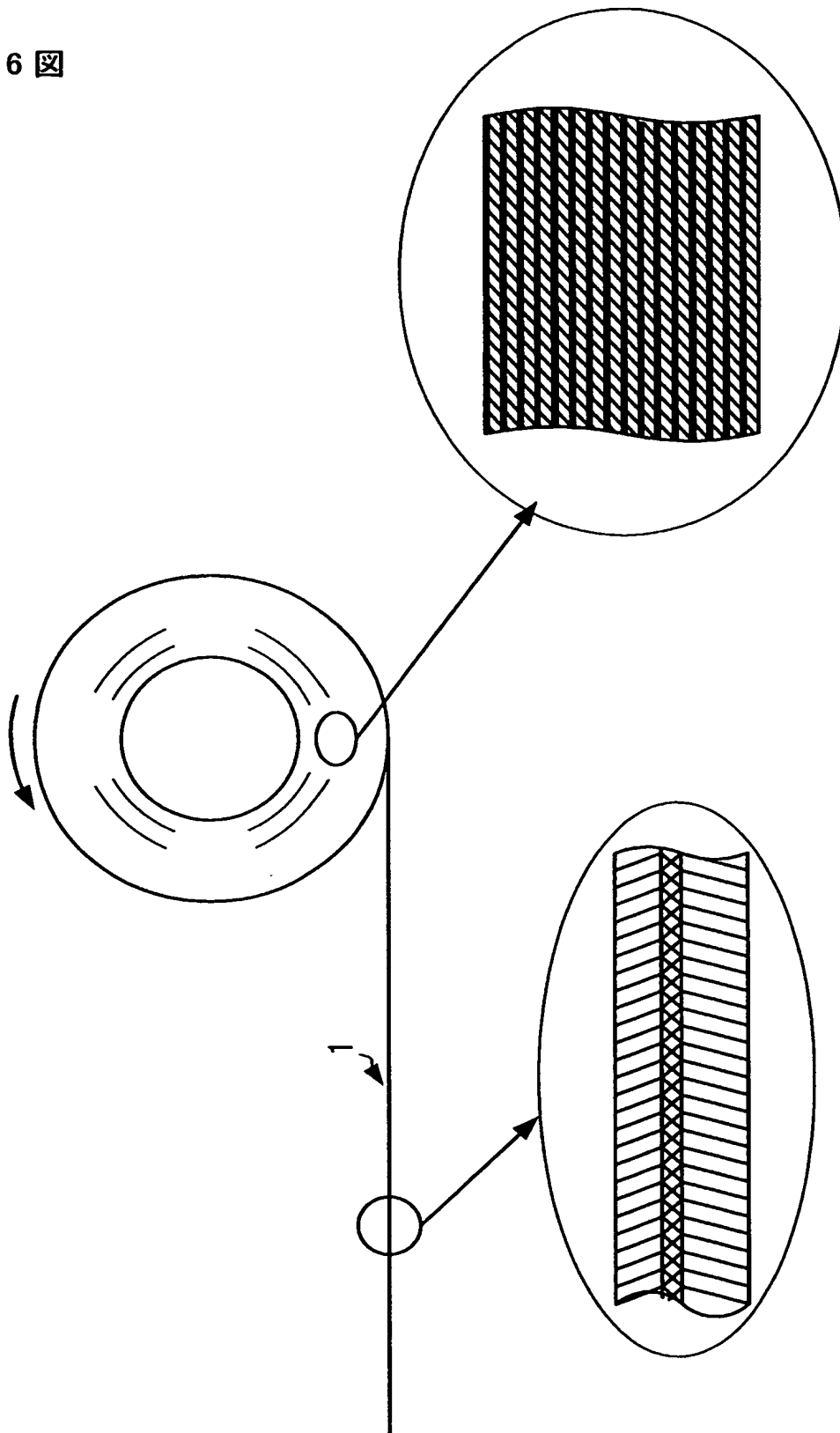
(c)





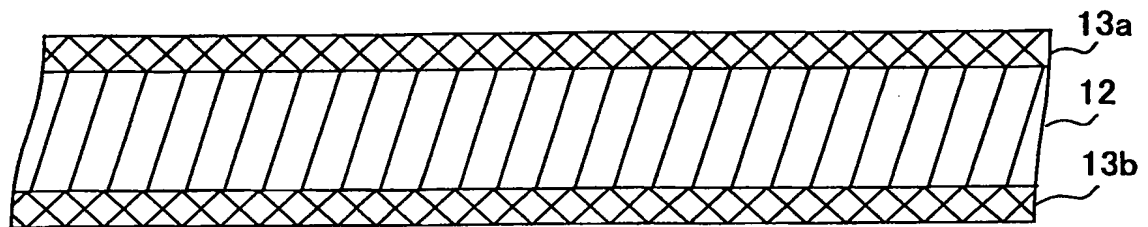
4/19

第 6 図

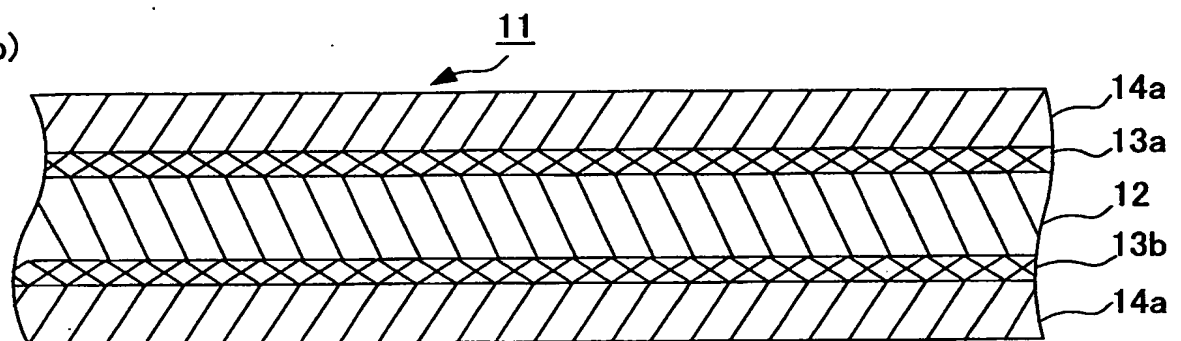


第 7 図

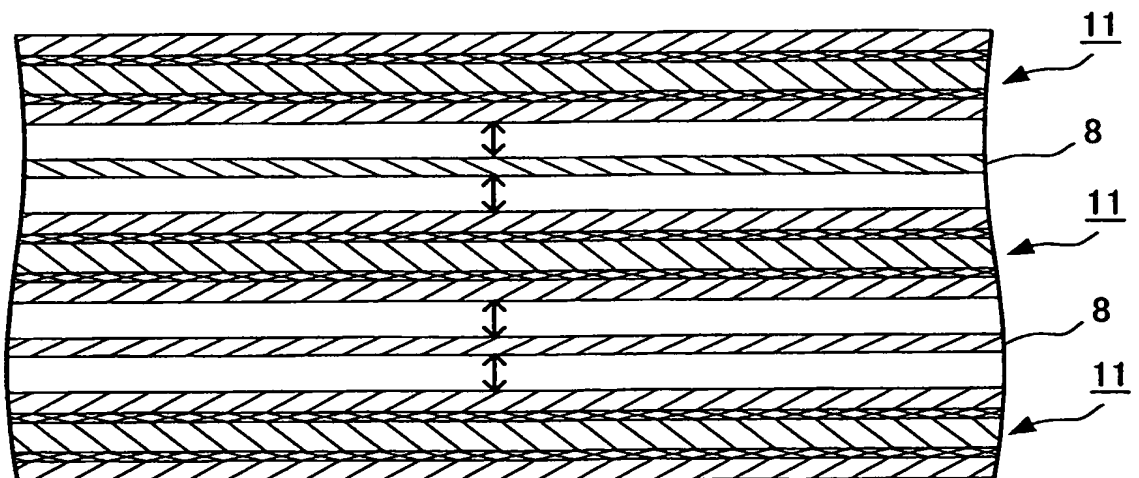
(a)



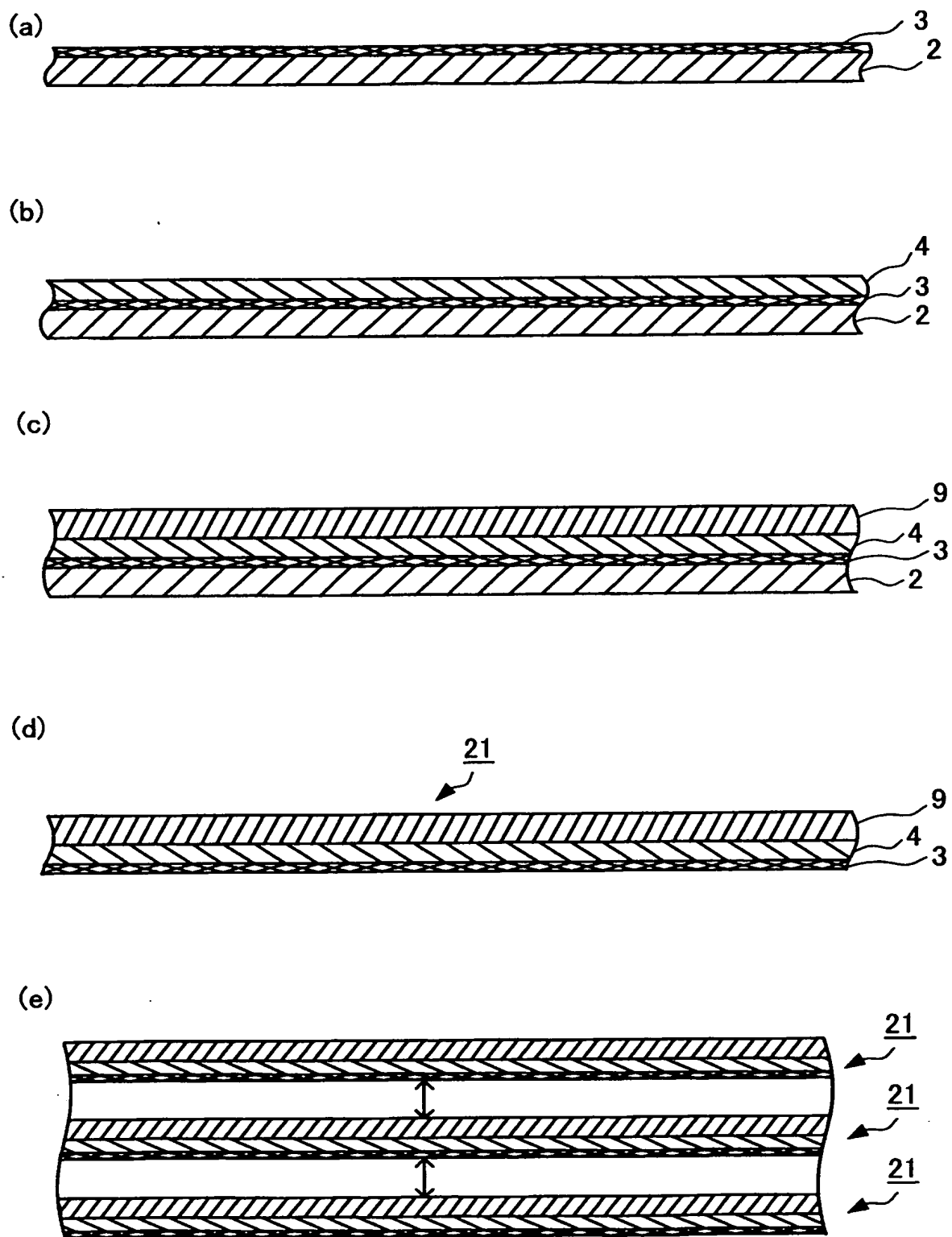
(b)



(c)

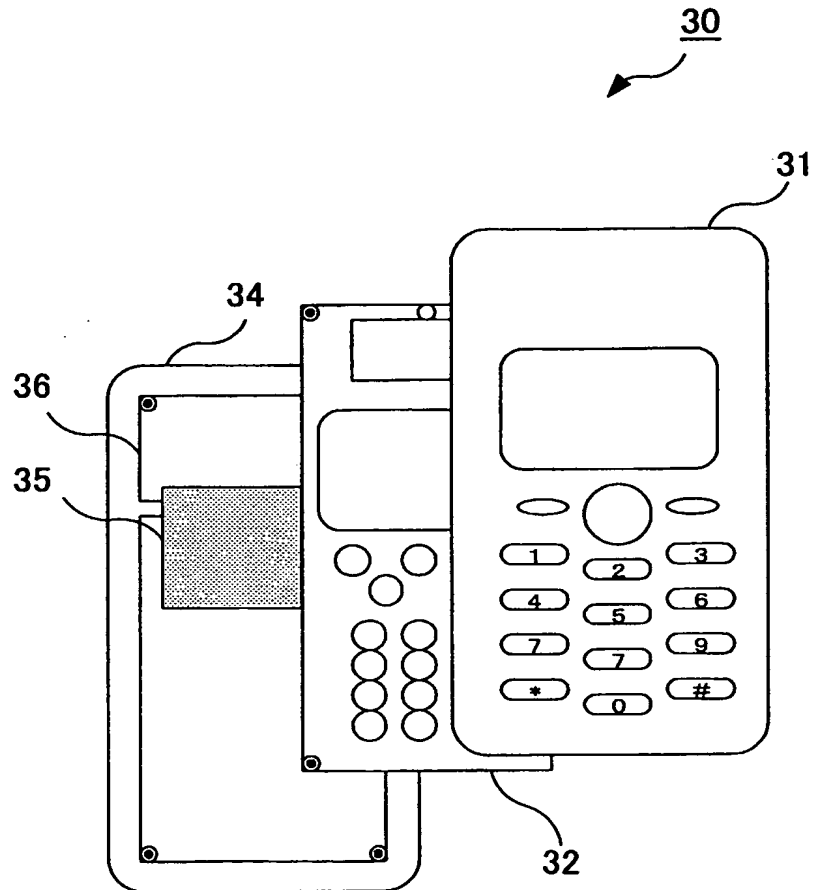


第 8 図



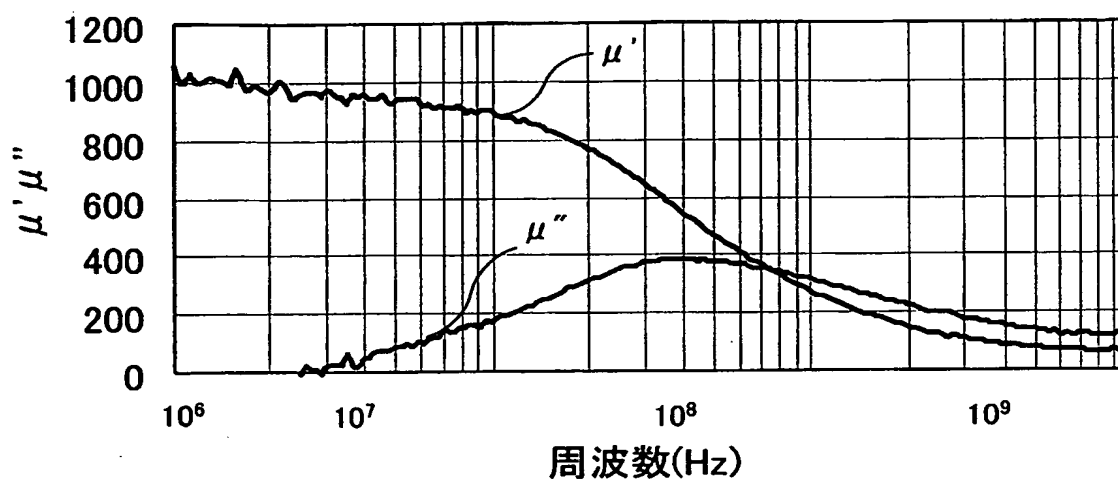
7/19

第 9 図

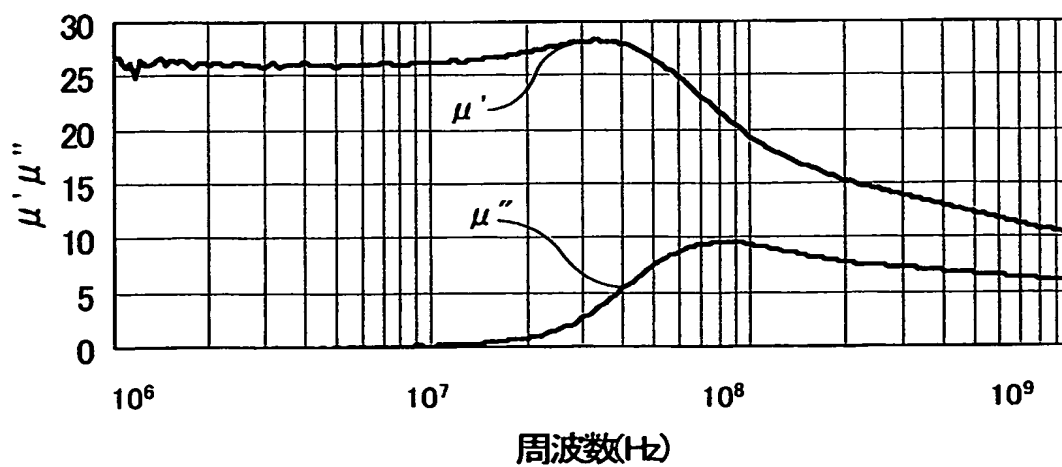


8/19

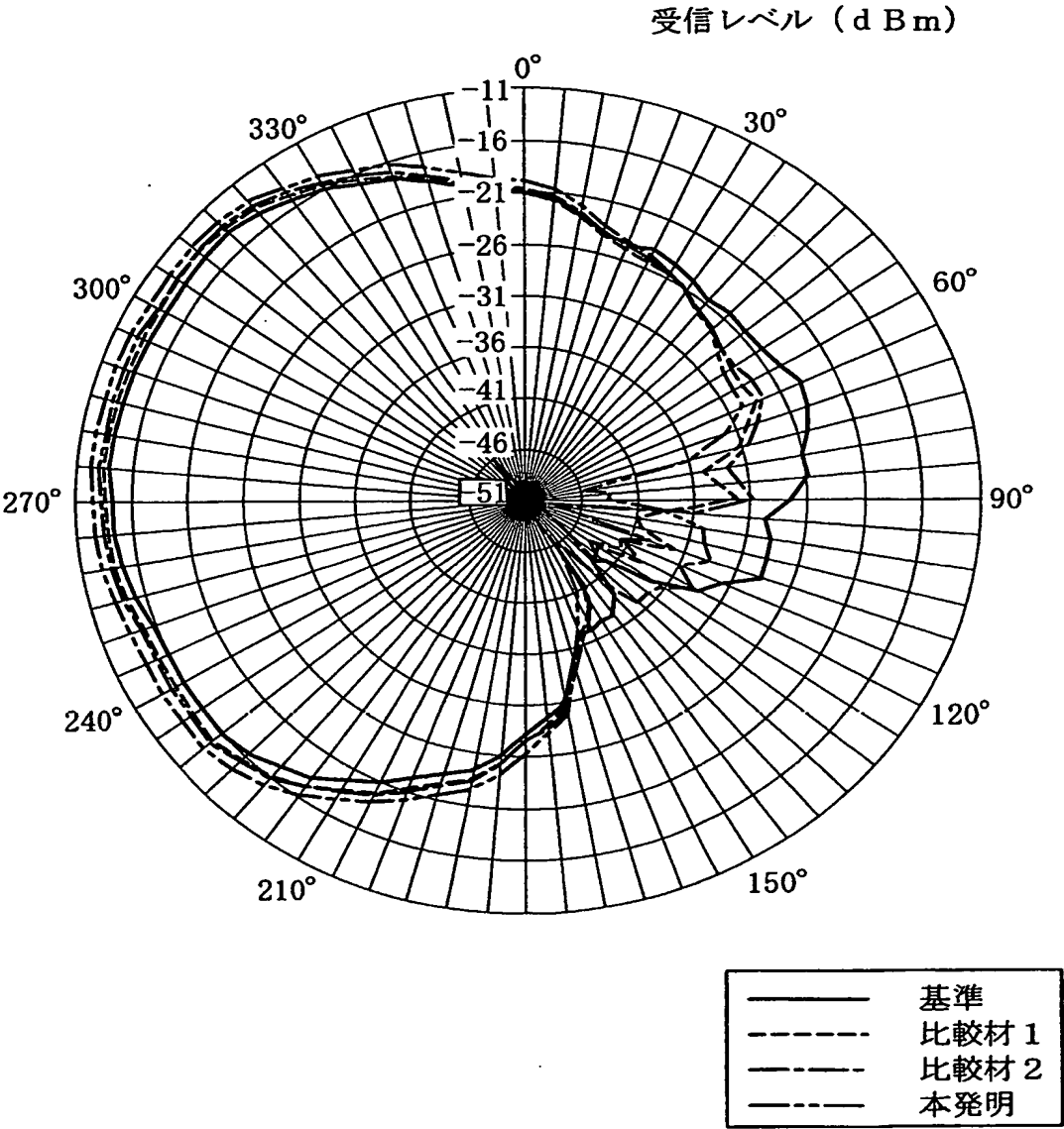
第 10 図



第 11 図

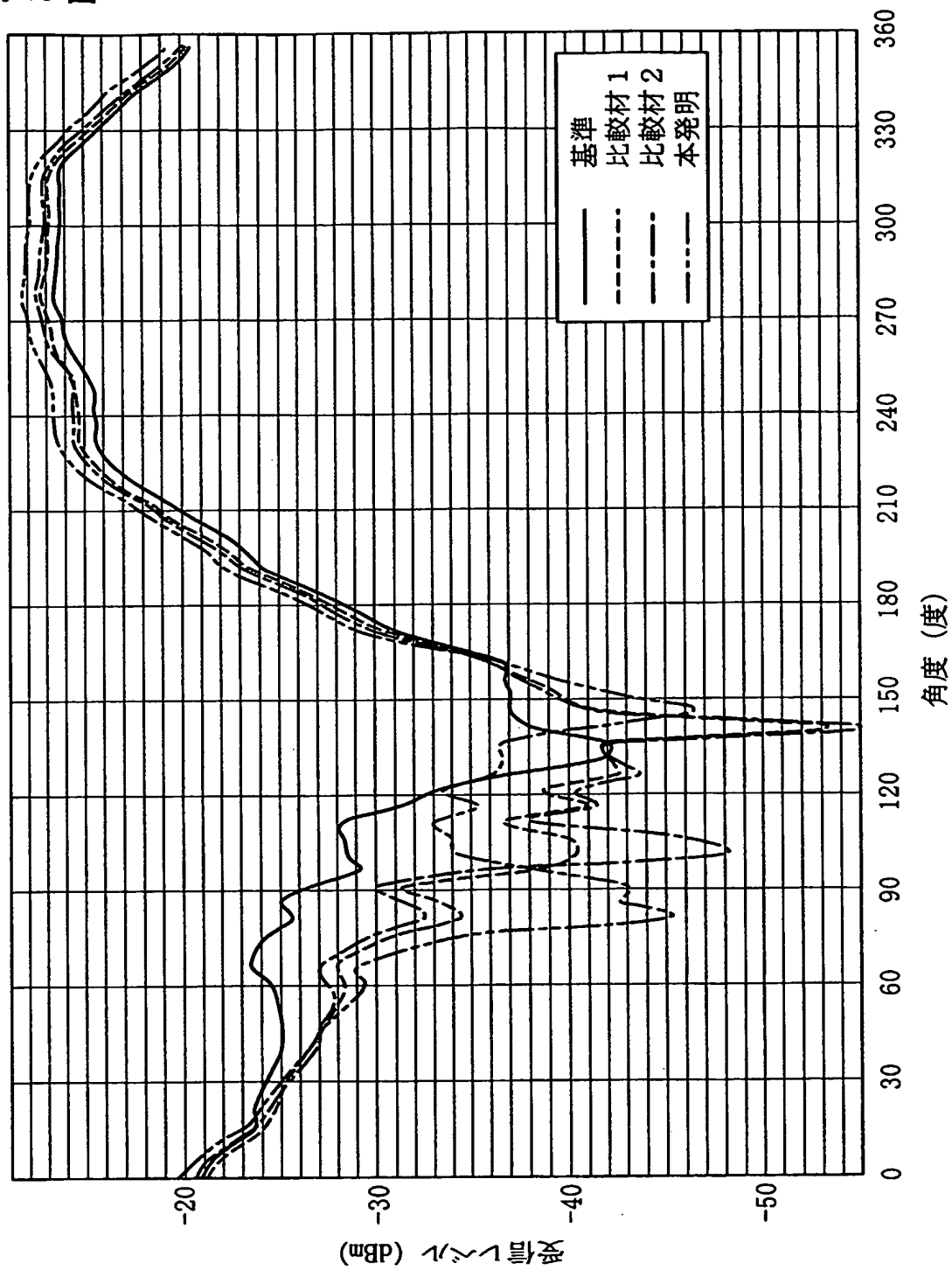


第 12 図



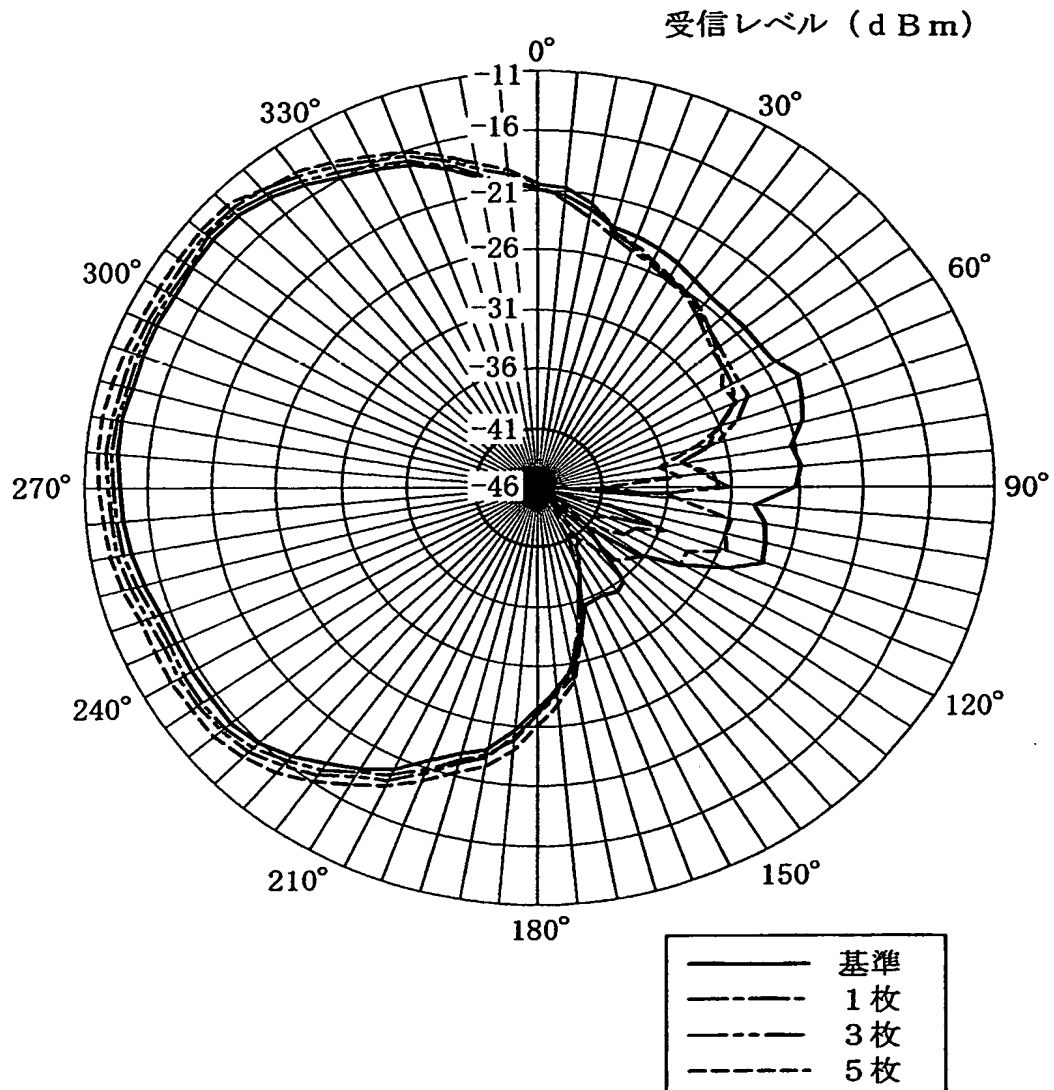
10/19

第 13 図



11/19

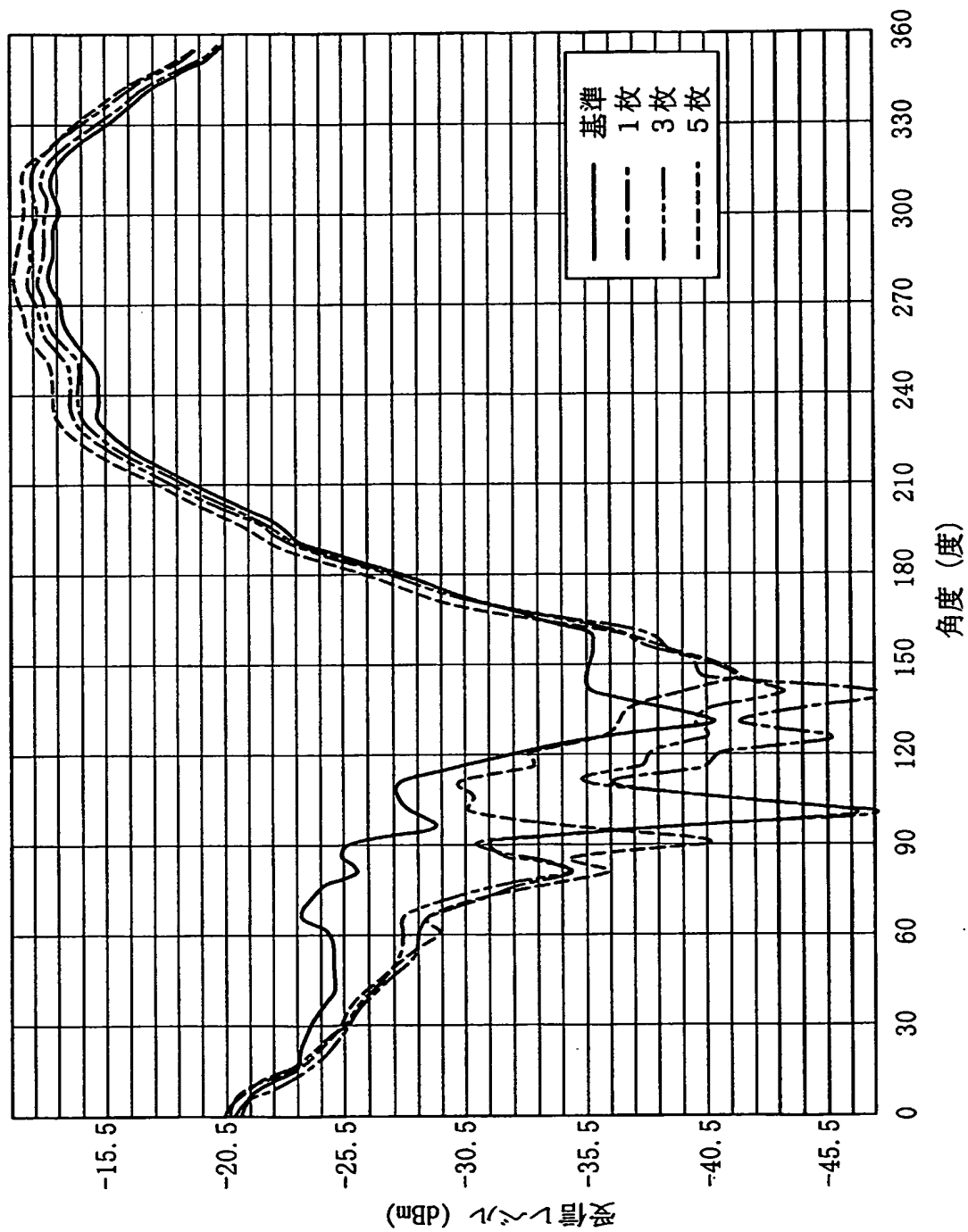
第 14 図





12/19

第 15 図

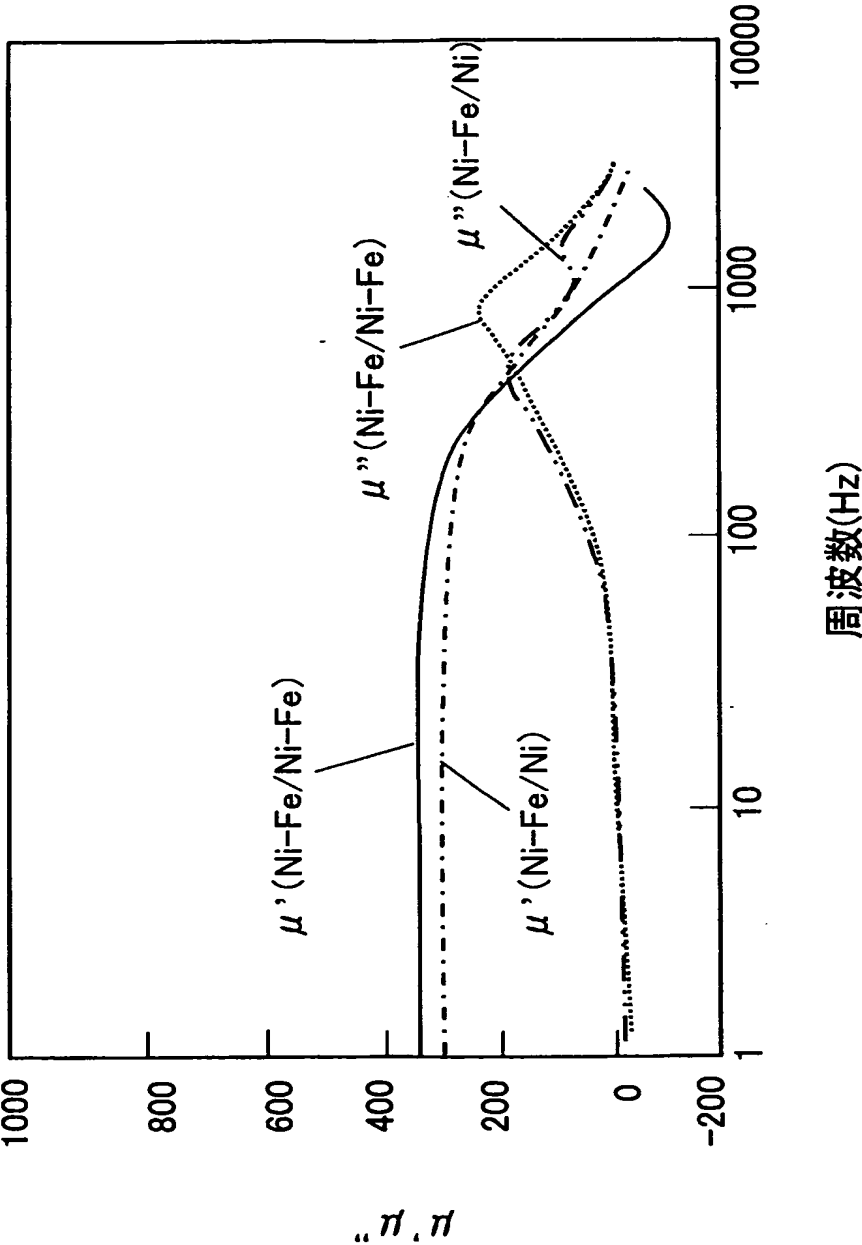


13/19

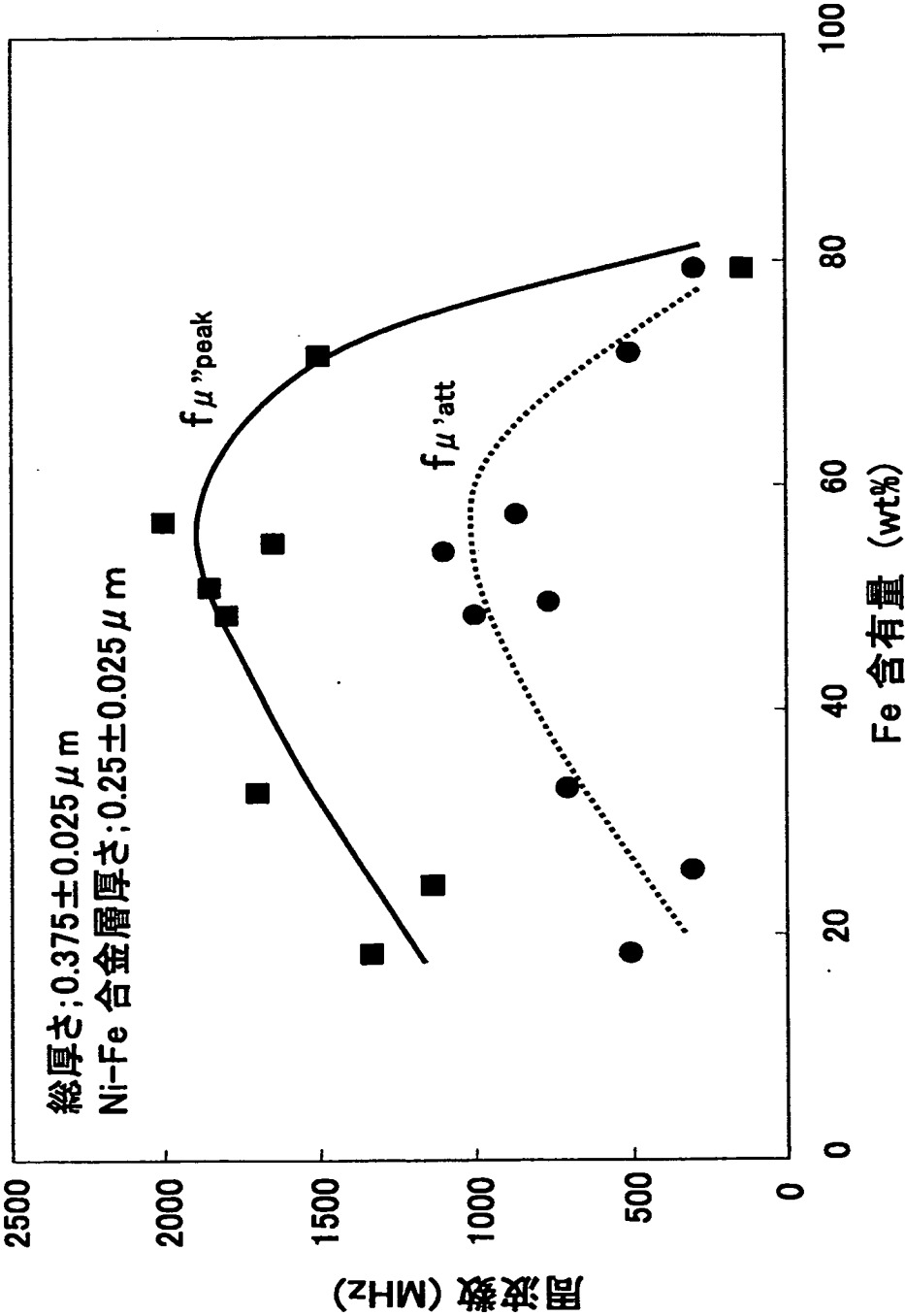
第 16 図

試料 No.	軟磁性合金層			絶縁層		積層 枚数	厚さ ( $\mu\text{m}$ )	利得改善 (dB)	備考
	材質	形成方法	厚さ ( $\mu\text{m}$ )	材質	厚さ ( $\mu\text{m}$ )				
1	82at%Co-8at%Fe-10at%P (Co基アモルファス)	電解めっき	0.3	ポリアミド 樹脂	4.0	15	64.5	2.0	・製造方法A
2	75at%Fe-12at%Si-13at%B (Fe基アモルファス)	蒸着	0.3	ポリアミド 樹脂	4.0	15	64.5	1.7	・製造方法A
3	76at%Fe-10at%Ti-10at%C-4at%P (Fe基微結晶合金)	蒸着	0.3	ポリアミド 樹脂	7.0	10	73.0	1.8	・製造方法A
4	79wt%Ni-15.5wt%Fe-5wt%Mo- 0.5wt%Mn(PC/パーマロイ)	電解めっき	0.5	ナイロン系 樹脂	0.5	10	10.0	1.9	・製造方法B ・下地層 Ni無電解めっき
5	55at%Ni-45at%Fe (PB/パーマロイ)	電解めっき	0.5	ナイロン系 樹脂	0.5	10	10.0	1.9	・製造方法B ・下地層 Ni無電解めっき
6	49wt%Fe-49wt%Co-2wt%V (パーメンダー)	電解めっき	0.8	ナイロン系 樹脂	0.8	10	16.0	1.6	・製造方法B ・下地層 Cu無電解めっき

第 17 図

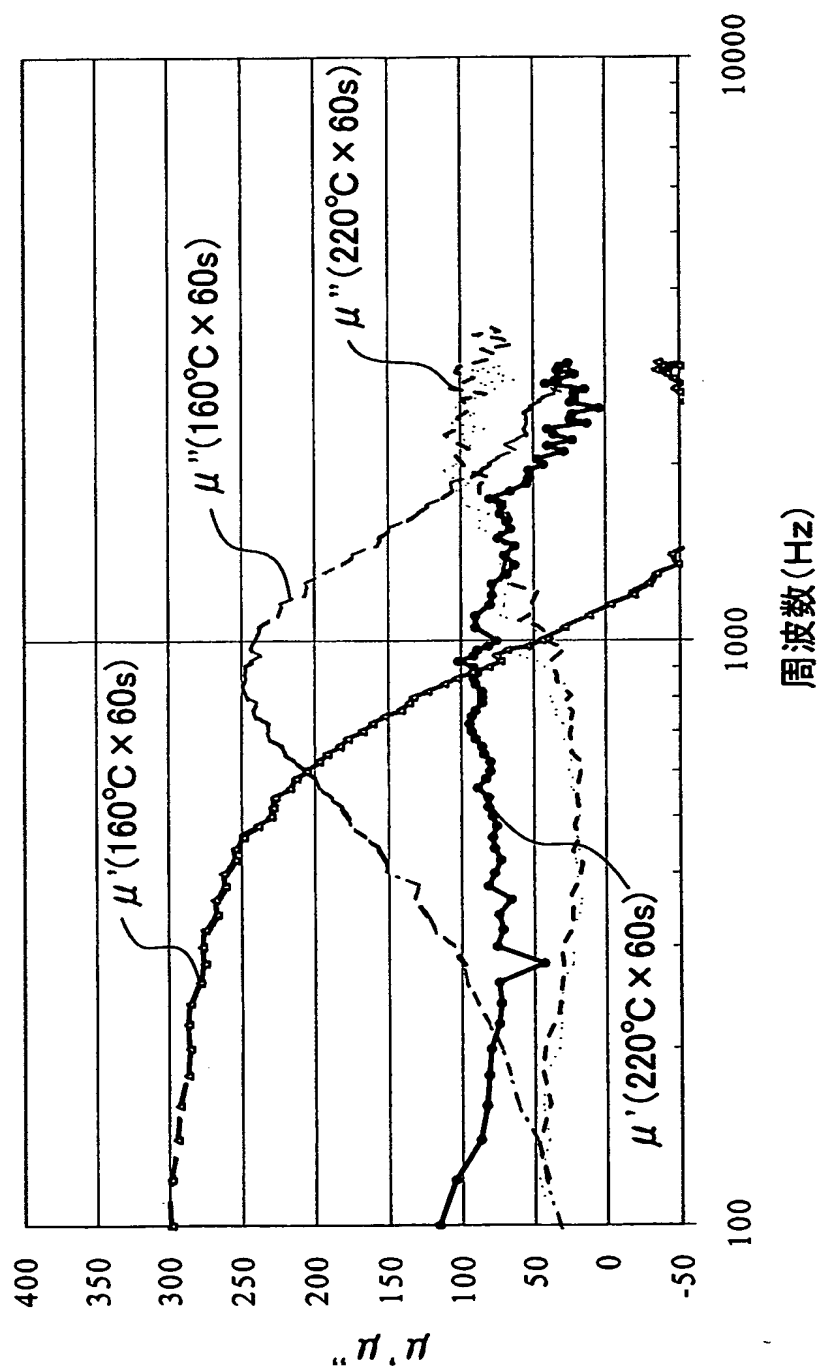


第 18 図



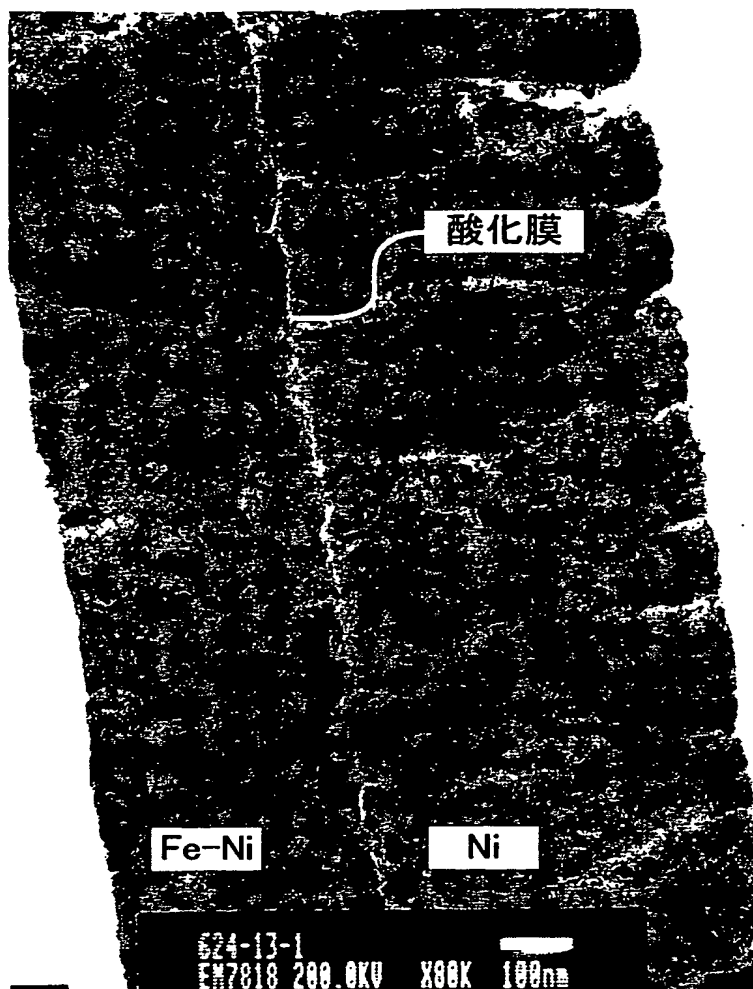
16/19

第 19 図



17/19

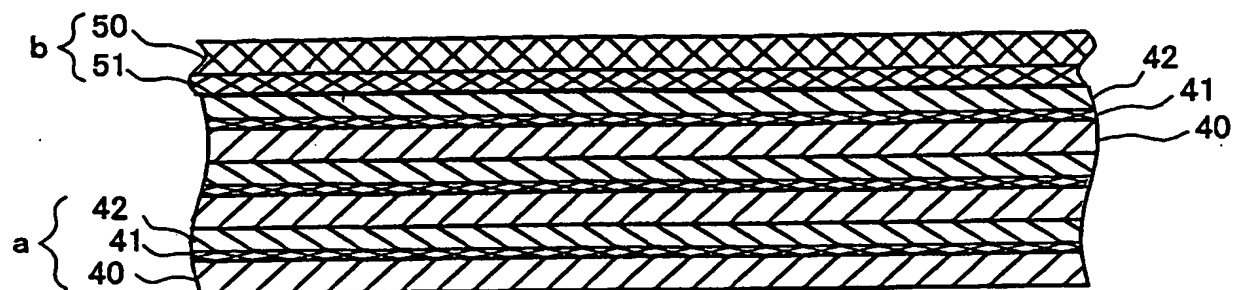
第 20 図



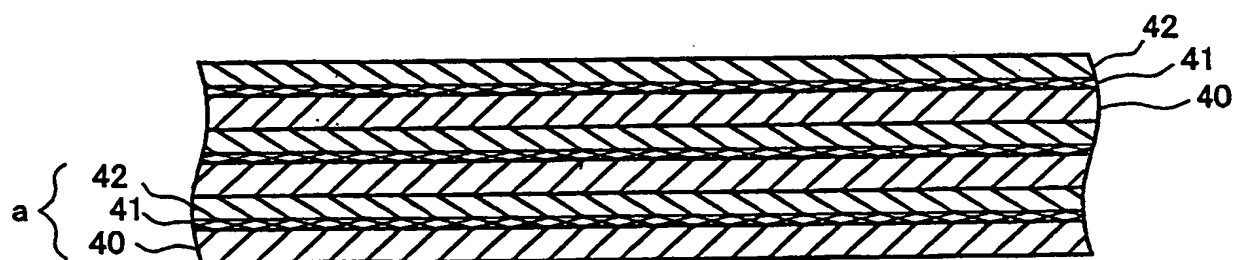
18/19

第 21 図

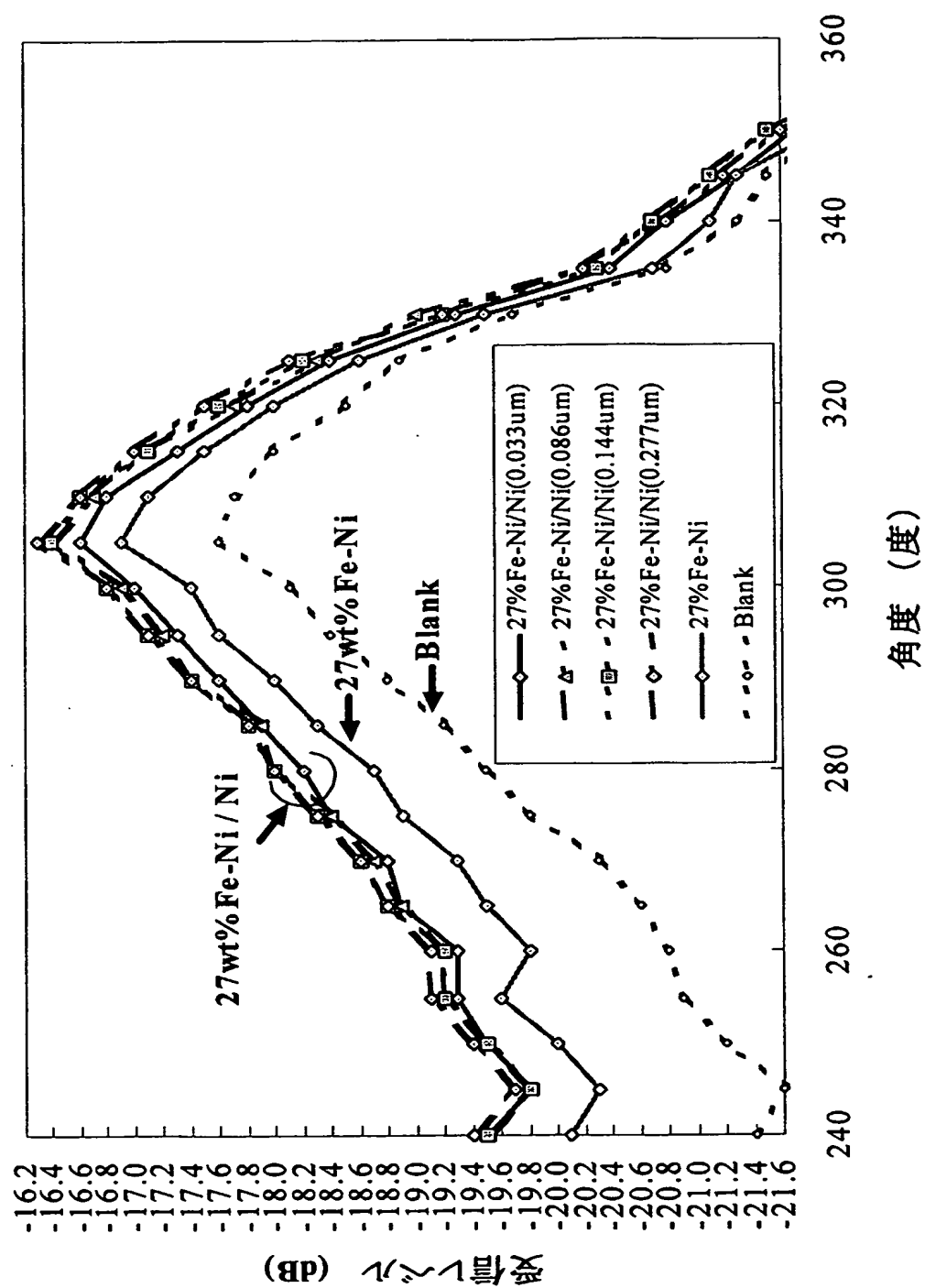
(a)



(b)



第 22 図





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08603

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01F1/00, H01F10/16, H01Q17/00, C22C38/00, H05K9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01F1/00, H01F10/16, H01Q17/00, C22C38/00, H05K9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-240593 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.),	1-6, 12,
Y	12 September, 1995 (12.09.95), Full text; Figs. 1 to 15 & JP 6349637 A & JP 6349341 A & JP 7029719 A & JP 2498888 A & US 5990417 A	15-16, 18 7-11, 13, 14, 17, 19, 20
Y	JP 2000-124654 A (Kitakawa Kogyo Kabushiki Kaisha), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	7-9
Y	JP 5-226873 A (Kansai Paint Co., Ltd.), 03 September, 1993 (03.09.93), Full text; Figs. 1 to 2 & JP 5191187 A	9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 November, 2002 (14.11.02)Date of mailing of the international search report  
03 December, 2002 (03.12.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08603

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-43567 Y2 (FDK Corp.), 11 June, 1993 (11.06.93), Full text; Fig. 1 (Family: none)	10, 11
Y	JP 2000-196281 A (Sony Corp.), 14 July, 2000 (14.07.00), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	13
Y	JP 2001-53485 A (NTT Advanced Technology Corp.), 23 February, 2001 (23.02.01), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	14, 17
Y	JP 2000-348916 A (Tokin Corp.), 15 December, 2000 (15.12.00), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	19

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01F 1/00, H01F 10/16, H01Q 17/00,  
C22C 38/00, H05K 9/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01F 1/00, H01F 10/16, H01Q 17/00,  
C22C 38/00, H05K 9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
日本国登録実用新案公報 1994-2002年  
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 7-240593 A (日本電信電話株式会社) 1995. 09. 12, 全文, 第1-15図	1-6, 12, 15-16, 18
Y	& JP 6349637 A & JP 6349341 A & JP 7029719 A & JP 2498888 A & US 5990417 A	7-11, 13, 14, 17, 19, 20
Y	JP 2000-124654 A (北川工業株式会社) 2000. 04. 28, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	7-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 11. 02

国際調査報告の発送日

03.12.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山田 正文



5 R

3142

電話番号 03-3581-1101 内線 3565

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 5-226873 A (関西ペイント株式会社) 1993. 09. 03, 全文, 第1-2図 & J P 5191187 A	9
Y	J P 5-43567 Y2 (富士電気化学株式会社) 1993. 06. 11, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	10, 11
Y	J P 2000-196281 A (ソニー株式会社) 2000. 07. 14, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	13
Y	J P 2001-53485 A (エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社) 2001. 02. 23, 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	14, 17
Y	J P 2000-348916 A (株式会社トーキン) 2000. 12. 15, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	19